

SISTEM MONITORING PH DAN SUHU AIR PADA TAMBAK UDANG MENGGUNAKAN PROTOKOL WEBSOCKET

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Adhi Kurniawan
NIM: 135150207111113



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGESAHAN

SISTEM MONITORING PH DAN SUHU AIR PADA TAMBAK UDANG
MENGUNAKAN PROTOKOL WEBSOCKET

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Adhi Kurniawan

NIM: 135150207111113

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
26 Desember 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I


Heru Nurwarsito, Jr., M.Kom

NIP: 196504021990021001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika




Tri Astoro Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D

NIP: 19710518 200312 1 001

UJIAN KE 1

Berisi informasi terkait pelaksanaan ujian ke 1 dari mahasiswa Adhi Kurniawan.

1 Penguji & Jadwal

2 Undangan

3 Berita Acara

4 SK Ujian ke 1

5 Dokumen Pendukung

Informasi pelaksanaan ujian dan penguji.

JADWAL

Jadwal pelaksanaan ujian

Hari/Tanggal RABU / 26 DESEMBER
2018

Tempat FILKOM UB / A2.23

Waktu 10:30 - 11:45

PENGUJI

Majelis penguji ujian skripsi



Ari Kusyanti, S.T, M.Sc (ke I)
* ketua majelis
NIK. 201102 831228 2 001



**Fariz Andri Bakhtiar, S.T.,
M.Kom. (ke II)**
NIK. 2017098403141001



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 18 Desember 2018



Adhi Kurniawan
NIM: 135150207111113

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Adhi Kurniawan

NIM : 135150207111113

Tempat / Tgl Lahir : Lamongan/25 Mei 1995

Jurusan : Teknik Informatika

Program Studi : Teknik Informatika

Jenis Kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Alamat : Jl.Raya Glagah No.27 RT.01/RW.02 Dsn.Glagah
Masjid Desa Glagah Kec. Glagah Kabupaten Lamongan Jawa Timur
Indonesia 62292

RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Jenis Pendidikan	Tahun		Keterangan
		Masuk	Lulus	
1	S.D	2001	2007	Lulus
2	S.L.T.P	2007	2010	Lulus
3	S.L.T.A	2010	2013	Lulus

Demikian riwayat hidup ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan saya sanggup menanggung segala akibatnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Monitoring pH dan Suhu Air Pada Tambak Udang Menggunakan Protokol Websocket”. Karya tulis ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.

Banyak pihak yang berperan atas terselesainya penelitian dan penulisan skripsi ini. Atas bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Kusnadi dan Ibu Riati selaku kedua orang tua penulis, yang selalu memberikan do'a, semangat, motivasi dan dukungan segalanya selama ini.
2. Bapak Heru Nurwarsito, Ir., M.Kom selaku dosen pembimbing 1, atas bimbingan dan kesabarannya demi tercapainya keutuhan pada penyusunan tugas akhir ini.
3. Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D., selaku dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
4. Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs, selaku ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
5. Segenap bapak dan ibu dosen FILKOM yang telah mendidik dan berbagi ilmu kepada penulis selama masa kuliah.
6. Segenap staf dan karyawan yang bertugas di FILKOM Universitas Brawijaya yang telah membantu dalam pengerjaan bidang administrasi.
7. Bapak Harsono dan Suyitno selaku pemilik serta perawat tambak udang yang bersedia menyediakan tempat untuk penelitian tugas akhir ini.
8. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Informatika FILKOM Universitas Brawijaya yang selalu menemani, memberikan semangat, dan bantuan demi kelancaran pelaksanaan penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis sangat menghargai kritik dan masukan yang sifatnya membangun demi perbaikan penulisan dan mutu skripsi ini untuk kelanjutannya pada penelitian selanjutnya.

ABSTRAK

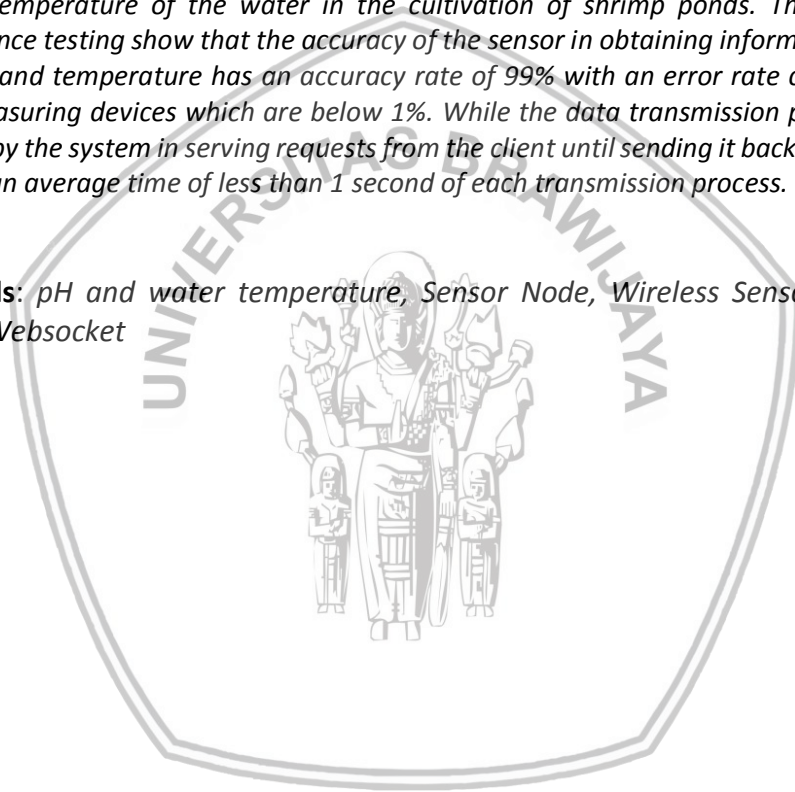
Wireless Sensor Network (WSN) merupakan sebuah arsitektur jaringan yang pada setiap sensornya memiliki kemampuan untuk dapat mengamati keadaan sekitarnya (*sensing*). Dalam implementasi *Wireless Sensor Network* (WSN) kita dapat membuat suatu sistem monitoring yang terdiri atas beberapa sensor, mikrokontroler dan komunikasi nirkabel antar node-node dengan daya yang rendah serta murah dalam pemeliharannya. Untuk membuat komunikasi antar node, dibutuhkan sebuah protokol jaringan yang mudah dikembangkan dan dipahami oleh kebanyakan pengguna serta dapat menampilkan informasi pada waktu nyata, komunikasi yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi *realtime* yaitu Websocket. Websocket dipilih untuk komunikasi antar node karena mampu menyediakan komunikasi *statefull* dan *full-duplex* pada protokol HTTP yang sangat cocok digunakan untuk sistem monitoring. Pada implementasinya sistem digunakan untuk memonitoring ph dan suhu air pada budidaya tambak udang. Hasil pengujian kinerja menunjukkan bahwa tingkat keakuratan sensor dalam mendapatkan informasi nilai ph dan suhu memiliki tingkat keakuratan 99% dengan *error rate* dibanding dengan alat ukur yang lain adalah dibawah 1%. Sedangkan performa transmisi data yang dibutuhkan oleh sistem dalam melayani *request* dari *client* sampai mengirimkannya kembali ke pada *client* membutuhkan waktu rata-rata kurang dari 1 detik dari setiap kali proses transmisi.

Kata kunci: Ph dan Suhu Air, Sensor Node, Wireless Sensor Network (WSN), Websocket

ABSTRACT

Wireless Sensor Network (WSN) is a network architecture in which each sensor has the ability to be able to observe the surrounding conditions (sensing). In implementing the Wireless Sensor Network (WSN) we can create a monitoring system consisting of several sensors, microcontrollers and wireless communication between nodes with low and low power in maintaining them. To make communication between nodes, a network protocol is needed that is easily developed and understood by most users and can display information in real time, communication that can be used to create realtime applications, namely Websocket. Websocket is chosen for communication between nodes because it is able to provide statefull and full-duplex communication on the HTTP protocol which is very suitable for monitoring systems. In its implementation the system is used to monitor the pH and temperature of the water in the cultivation of shrimp ponds. The results of performance testing show that the accuracy of the sensor in obtaining information on the pH value and temperature has an accuracy rate of 99% with an error rate compared to other measuring devices which are below 1%. While the data transmission performance required by the system in serving requests from the client until sending it back to the client requires an average time of less than 1 second of each transmission process.

Keywords: *pH and water temperature, Sensor Node, Wireless Sensor Network (WSN), Websocket*



KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Monitoring pH dan Suhu Air Pada Tambak Udang Menggunakan Protokol Websocket”. Karya tulis ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.

Banyak pihak yang berperan atas terselesainya penelitian dan penulisan skripsi ini. Atas bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

9. Bapak Kusnadi dan Ibu Riati selaku kedua orang tua penulis, yang selalu memberikan do’a, semangat, motivasi dan dukungan segalanya selama ini.
10. Bapak Heru Nurwarsito, Ir., M.Kom selaku dosen pembimbing 1, atas bimbingan dan kesabarannya demi tercapainya keutuhan pada penyusunan tugas akhir ini.
11. Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D., selaku dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
12. Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs, selaku ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
13. Segenap bapak dan ibu dosen FILKOM yang telah mendidik dan berbagi ilmu kepada penulis selama masa kuliah.
14. Segenap staf dan karyawan yang bertugas di FILKOM Universitas Brawijaya yang telah membantu dalam pengerjaan bidang administrasi.
15. Bapak Harsono dan Suyitno selaku pemilik serta perawat tambak udang yang bersedia menyediakan tempat untuk penelitian tugas akhir ini.
16. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Informatika FILKOM Universitas Brawijaya yang selalu menemani, memberikan semangat, dan bantuan demi kelancaran pelaksanaan penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis sangat menghargai kritik dan masukan yang sifatnya membangun demi perbaikan penulisan dan mutu skripsi ini untuk kelanjutannya pada penelitian selanjutnya.

Malang, 18 Desember 2018

Penulis

Kurniawan.adhi@outlook.com

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan	4
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 <i>Wireless Sensor Network (WSN)</i>	6
2.3 <i>pH (Potential of Hydrogen) Air</i>	7
2.4 Suhu Air	8
2.5 Websocket.....	8
2.6 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	9
2.7 Sensor D518B20 Waterproof	9
2.8 Sensor pH Probe Dfrobot HI01	10
2.9 <i>Real Time Clock (RTC)</i>	11
2.10 Mikrokomputer Raspberry Pi v2 Model B	11
2.11 <i>Round Trip Time (RTT)</i>	12
2.12 Redis.....	12
BAB 3 METODOLOGI.....	14
3.1 Studi Literatur.....	14
3.2 Analisis Kebutuhan	15

3.2.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras	15
3.2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	16
3.2.3 Kebutuhan Fungsional Sistem	17
3.3 Perancangan Sistem	17
3.4 Implementasi Sistem	18
3.4.1 Implementasi Perangkat Keras	18
3.4.2 Implementasi Perangkat Lunak	18
3.5 Pengujian Dan Analisis	19
3.6 Kesimpulan Dan Saran	20
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN	21
4.1 Deskripsi Umum Sistem	21
4.1.1 Perspektif Sistem	21
4.1.2 Tujuan	21
4.1.3 Ruang Lingkup	21
4.1.4 Batasan Sistem	22
4.1.5 Lingkungan Operasi	22
4.2 Analisis Kebutuhan Sistem	22
4.2.1 Kebutuhan Fungsional Sistem	22
4.2.2 Kebutuhan Perangkat Keras	23
4.2.3 Kebutuhan Perangkat Lunak	24
BAB 5 PERANCANGAN dan implementasi	26
5.1 Perancangan Umum Sistem	26
5.1.1 Perancangan Sensor Node	27
5.1.2 Perancangan Database Redis	29
5.1.3 Perancangan Pengiriman Data dari Sensor Node ke Server	29
5.1.4 Perancangan Pengiriman Data dari Server ke Client	32
5.1.5 Perancangan Antarmuka Web Sistem	34
5.2 Perancangan Pengujian	37
5.2.1 Perancangan Pengujian Sensor Node	37
5.2.2 Perancangan Pengujian Keseluruhan Sistem	38
5.2.3 Perancangan Pengujian Proses Transmisi Data	38
5.2.4 Perancangan Lingkungan Operasi	39

5.2.5 Perancangan Pengujian Fungsionalitas Web Sistem	39
5.3 Implementasi Sistem	41
5.3.1 Implementasi Perangkat Keras Sensor Node	41
5.3.2 Implementasi Perangkat Lunak Sensor Node	42
5.3.3 Implementasi Perangkat Keras Server	45
5.3.4 Implementasi Perangkat Lunak Server	46
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS	54
6.1 Pengujian Sensor Node	54
6.1.1 Tujuan Pengujian	54
6.1.2 Prosedur Pengujian	54
6.1.3 Hasil Pengujian	54
6.1.4 Analisis Pengujian	57
6.2 Pengujian Keseluruhan Sistem	59
6.2.1 Tujuan Pengujian	59
6.2.2 Prosedur Pengujian	59
6.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian	60
6.3 Pengujian Performa Sistem	62
6.3.1 Tujuan Pengujian	63
6.3.2 Prosedur Pengujian	63
6.3.3 Hasil Pengujian	63
6.3.4 Analisis Pengujian	65
6.4 Pengujian Fungsional Antarmuka Web Sistem	66
6.4.1 Tujuan Pengujian	67
6.4.2 Prosedur Pengujian	67
6.4.3 Hasil dan Analisis Pengujian	68
BAB 7 PENUTUP	71
7.1 Kesimpulan	71
7.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dampak Perubahan pH pada Budidaya Tambak Udang	7
Tabel 2.2 Perbandingan Modul Wi-Fi.....	9
Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor Ph Dfrobot H101.....	10
Tabel 4.1 Spesifikasi Laptop	23
Tabel 4.2 Spesifikasi Server	24
Tabel 4.3 Spesifikasi Sensor Node	24
Tabel 4.4 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	24
Tabel 5.1 Konfigurasi Pin Sensor PH.....	28
Tabel 5.2 Konfigurasi Pin Sensor Suhu DS18B20 Waterproof.....	28
Tabel 5.3 Konfigurasi Pin Modul RTC DS3231	28
Tabel 5.4 Struktur Database Redis	29
Tabel 5.5 Tabel Pengujian Sensor Node.....	37
Tabel 5.6 Tabel Pengujian Proses Transmisi Data.....	38
Tabel 5.7 Skenario Pengujian Pembuatan Koneksi Web Sistem	39
Tabel 5.8 Skenario Pengujian Pemutusan Koneksi Web Sistem	40
Tabel 5.9 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi pH.....	40
Tabel 5.10 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi Suhu	40
Tabel 5.11 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi Kondisi Air	40
Tabel 5.12 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi Waktu Pengamatan	41
Tabel 5.13 Keterangan Sensor node.....	42
Tabel 6.1 Data Hasil Pengujian Sensor pH.....	55
Tabel 6.2 Data Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20	56
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Performa Sistem pada Jarak 3.5 Meter	63
Tabel 6.4 Hasil Pengujian Performa Sistem Pada Jarak 5 Meter	64
Tabel 6.5 Skenario Pengujian Fungsional Web Sistem	67
Tabel 6.6 Hasil Pengujian Fungsional Web Sistem	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur <i>Wireless Sensor Network</i>	7
Gambar 2.2 Mekanisme Kerja Protokol <i>Websocket</i>	8
Gambar 2.3 Sensor <i>DS18B20 Waterproof</i>	10
Gambar 2.4 Sensor <i>pH Probe Dfrobot H101</i>	10
Gambar 2.5 Modul <i>Real Time Clock(RTC)</i>	11
Gambar 2.6 Mikrokomputer <i>Raspberry Pi v2 Model B</i>	11
Gambar 2.7 <i>Round Trip Time (RTT)</i>	12
Gambar 2.8 Perbandingan Performa <i>Redis</i>	13
Gambar 3.1 Diagram Alur Metodologi Penelitian	14
Gambar 3.2 Diagram Alur Perancangan Sistem.....	18
Gambar 5.1 Rancangan Topologi Sistem	26
Gambar 5.2 Diagram Alur Sistem Secara Keseluruhan	27
Gambar 5.3 Rangkaian Sensor Node.....	28
Gambar 5.4 Diagram Alur Pengambilan Data <i>pH</i> dan Suhu	30
Gambar 5.5 Diagram Alur Penyimpanan Data.....	31
Gambar 5.6 Diagram Alur Pengolahan Pesan dan Pengiriman Pesan	33
Gambar 5.7 Rancangan Antarmuka Web Sistem untuk Monitoring <i>pH</i> dan Suhu.....	34
Gambar 5.8 Diagram Alur Perancangan Antarmuka Web Client.....	36
Gambar 5.9 Rancangan Pengujian Lingkungan Operasi Sistem	39
Gambar 5.10 Implementasi Sensor node	41
Gambar 5.11 Implementasi Perangkat Keras Server.....	46
Gambar 5.12 Implementasi Antarmuka Web Sistem Monitoring	52
Gambar 6.1 Grafik Data Hasil Pengujian Perbandingan <i>pH</i> Meter dengan Program Sistem	56
Gambar 6.2 Grafik Data Hasil Pengujian Perbandingan <i>Thermometer Digital</i> Dengan Program Sistem	57
Gambar 6.3 Grafik Perbandingan <i>pH</i> Meter Dengan Program Sistem	58
Gambar 6.4 Grafik Perbandingan <i>Thermometer Digital</i> dengan Program Sistem.....	58
Gambar 6.5 <i>Websocket Server</i> Sensor Node Berhasil Dijalankan	60
Gambar 6.6 <i>Database Redis</i> Berhasil Dijalankan	60
Gambar 6.7 <i>Websocket Server</i> Pengguna Berhasil Dijalankan.....	61
Gambar 6.8 Web Server <i>Apache</i> Berhasil Dijalankan	61
Gambar 6.9 Antarmuka Web Sistem Berhasil Dijalankan	62
Gambar 6.10 Grafik Hasil Pengujian Performa pada Jarak 3.5 Meter	64
Gambar 6.11 Grafik Pengujian Performa Sistem pada Jarak 5 Meter	65
Gambar 6.12 Grafik Perbandingan Performa Sistem Jarak 3,5 Dan 5 Meter	66

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Peningkatan pendapatan perekonomian masyarakat melalui budidaya perikanan tambak udang merupakan salah satu usaha yang masih banyak dikembangkan dan dikelola, baik itu sebagai pendapatan utama ataupun sampingan. Dengan banyaknya usaha perikanan melalui tambak udang, namun sering pula juga ada beberapa masalah yang terjadi diantara tambak udang tersebut seperti kematian secara menyeluruh ataupun sebagian. Hal ini juga pula dirasakan oleh salah satu seorang petani tambak udang berasal dari Lamongan yang mayoritas sebagai mata pencaharian sehari-hari mereka. Menurut Harsono (2018) (wawancara pribadi), dalam kurun waktu dua tahun terakhir (2016-2017) hasil produksi pada tambak udang yang di kelola mengalami penurunan, itupun di perkirakan karena adanya perubahan pada kualitas air tambak udang tersebut. Penurunan kualitas air pada tambak udang yang di kelola terjadi selama dua tahun terakhir, ditandai dengan adanya perubahan pada warna air yang hijau kemerahan. Adapun beberapa faktor yang diduga menyebabkan penurunan kualitas air tersebut misalnya sumber air, pengaruh cuaca, suhu air, kekeruhan air, perawatan yang salah dalam penggunaan seperti pakan, pupuk dan lain sebagainya. Kualitas air merupakan salah satu faktor yang menjadi kunci utama dalam keberhasilan usaha budidaya tambak udang (Dahuri, 2004).

Secara fisik kualitas air untuk budidaya udang tersebut ditentukan oleh kecerahan air yang ideal, mempunyai nilai suhu ideal antara 25 – 31 derajat celcius, serta mempunyai derajat keasaman (pH), besarnya pH air yang optimal terhadap kehidupan udang pada tambak antara 7,5 – 8,5 (netral), karena pada rentang nilai pH tersebut menunjukkan kondisi air yang seimbang dan optimal antara oksigen dengan karbondioksida sehingga berbagai mikroorganisme yang dapat merugikan akan sulit untuk berkembang (Sahabuddin, 2014). Pemantauan pH dan suhu air pada budidaya tambak udang sangat perlu dilakukan untuk dapat membantu pelaku usaha budidaya tambak udang dalam memantau kondisi sebenarnya yang terjadi terhadap kualitas air pada tambak pada saat itu juga.

Untuk dapat mencegah terjadinya masalah tersebut maka diperlukan suatu sistem monitoring yang dapat memantau kondisi pH dan suhu air pada tambak udang sehingga kualitas pada air budidaya dapat terkendali dengan baik. Namun, untuk sistem monitoring kualitas air tersebut belum dapat digunakan secara maksimal, dikarenakan rendahnya tingkat penerapan pada teknologi dalam bidang pengamatan. Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2015, menjelaskan bahwa 80% dari pelaku budidaya perikanan di Indonesia khususnya tambak udang masih menjalankan praktik secara tradisional. Hal tersebut disebabkan oleh pelaku budidaya tambak udang yang kebanyakan dari kalangan perorangan atau individu yang memiliki modal dan ketrampilan terbatas.

Semakin pesatnya perkembangan yang terjadi pada era teknologi sekarang ini akan dapat membantu perubahan yang sangat berpengaruh terhadap semua

kalangan. Untuk mengatasi masalah tersebut, salah satu contohnya merupakan *Wireless Sensor Network* (WSN), adalah sebuah ide dimana setiap benda yang terhubung pada jaringan internet dalam satuan bentuk sistem dapat dipantau pada waktu nyata atau *realtime* (Alsaadi & Tubaishat, 2015). *Wireless Sensor Network* telah banyak menerima perhatian dari akademisi maupun industri karena telah sudah di aplikasikan secara luas. Keuntungan utama dari *Wireless Sensor Network* adalah murah dalam implementasi dan pemeliharaan, karena penyiapannya tidak memerlukan infrastruktur yang pasti. Selain itu, *Wireless Sensor Network* membutuhkan daya yang rendah (Sridharan, 2014). Hal ini sudah tentu dapat memudahkan manusia dalam segala hal, walaupun masih ditemukan banyak kendala seperti proses pengiriman dan penerimaan data. Dalam mengimplementasikan konsep *Wireless Sensor Network* ini, dibutuhkan juga peran teknologi, tidak terkecuali yaitu penggunaan teknologi jaringan. Dengan banyaknya protokol jaringan yang ada dapat membuat komunikasi antar objek menjadi rumit. Maka dari itu dibutuhkan sebuah protokol jaringan yang mudah untuk dikembangkan dan dipahami oleh kebanyakan pengguna serta dapat menampilkan data pada waktu kejadian tersebut. Salah satu pilihan yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi *realtime* adalah menggunakan websocket.

Protokol websocket merupakan protokol yang menyediakan komunikasi *full-duplex* terhadap protokol HTTP dengan menggunakan satu TCP socket saja, dan memungkinkan untuk dibuatnya aplikasi *realtime*. Protokol websocket digunakan dalam penelitian ini sebagai jalur komunikasi antara perangkat sensor dan *client* diperkuat dengan penelitian sebelumnya, yaitu *Web Display of Real Time Wind Sensor Data* (Pimentel & Nickerson, 2011). Penelitian tersebut menjelaskan websocket merupakan protokol yang dapat memberikan pengaruh yang baik secara signifikan pada sisi *latency*. Dimana nilai *latency* yang didapatkan sangatlah kecil, sehingga sistem yang dibuat dapat mengirimkan data kurang dari satu detik. Penggunaan protokol Websocket sebagai komunikasi data sistem monitoring diharapkan dapat membuat suatu komunikasi yang efektif serta pemakaian *resource* yang rendah.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka penulis akan melakukan implementasi sistem monitoring yang dapat membantu proses kerja dalam monitoring pH dan suhu pada air pada tambak udang. Dalam implementasi sistem monitoring ini, peneliti menggunakan *Wireless Sensor Network* untuk arsitektur sistem dan komunikasi protokol websocket untuk dapat digunakan dalam melakukan pengamatan terhadap informasi pH dan suhu pada tambak udang. Sensor node terdiri dari sensor probe untuk pengamatan pH dan sensor DS18B20 *waterproof* untuk pengamatan suhu yang terhubung atau terintegrasi dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, serta Raspberry Pi bertindak sebagai *server* dan pengguna bertindak sebagai *client* yang melakukan request informasi pada *server* untuk mendapatkan hasil dari pengamatan yang dilakukan oleh sensor node. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi upaya interaksi manusia dan sebuah perangkat dapat terus dikembangkan dan dapat dirasakan manfaatnya bagi para penggunanya terutama kalangan pelaku budidaya tambak udang.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang sebelumnya, adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana merancang sebuah sistem monitoring ph dan suhu air secara *realtime* dan terkomputerisasi?
2. Bagaimana mengimplementasikan protokol websocket untuk komunikasi antara *client* dengan *server*?
3. Bagaimana kinerja sensor node dan pengiriman data pada protokol websocket dalam menangani *request* yang diberikan oleh sistem?

1.3 Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang perangkat sensor, webserver atau aplikasi mobile yang mudah dimengerti menggunakan protokol websocket agar data *realtime* dari perangkat sensor dapat diakses oleh pengguna.
2. Dapat merancang dan menerapkan websocket sebagai metode komunikasi *client* – *server*, terutama untuk merancang suatu sistem pengamatan pH dan suhu pada air untuk komunikasi pertukaran data.
3. Menganalisa kinerja perangkat keras sensor node dan protokol websocket dalam menangani *request* yang diberikan oleh sistem untuk pertukaran data ph dan suhu air.

1.4 Manfaat

Dengan dilaksanakannya penelitian ini, adapun manfaat yang diharapkan dan dicapai dalam pengerjaan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai solusi dari permasalahan monitoring pengukuran pH dan suhu air yang masih dilakukan secara konvensional.
2. Dapat Menghemat waktu dan tenaga dalam pengambilan data pengukuran pH dan suhu air.
3. Memperbaiki metode pengamatan ph dan suhu air secara manual ke sistem monitoring yang *realtime* dan terkomputerisasi.

1.5 Batasan masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 dan modul *Real Time Clock* (RTC) DS3231 sebagai penghitung waktu.
2. Perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur ph air adalah Sensor pH probe H101 Dfrobot.

3. Perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur suhu pada air ialah sensor DS18B20 *waterproof*.
4. Format data yang digunakan untuk merepresentasikan data adalah JSON.
5. Database yang digunakan untuk menyimpan hasil pengamatan sensor menggunakan database redis.
6. Mikrokomputer Raspberry Pi berperan sebagai *server*.
7. Luas wilayah tambak udang yang digunakan adalah berukuran 7 x 7 meter persegi.
8. Penelitian ini tidak membahas pada sisi keamanan protokol websocket.

1.6 Sistematika pembahasan

Pada sistematika pembahasan ini, menjelaskan penyusunan laporan skripsi dari struktur penulisan beserta pembahasannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini, menjelaskan uraian masalah yang dibahas dari permasalahan yang terjadi dan solusi pembahasan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, Batasan masalah dan sistematika penulisan ini sendiri.

BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini membahas tentang teori dan kajian yang mendasari serta mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini seperti kajian pustaka pada penelitian-penelitian sebelumnya, teori yang mendasari mengenai mikrokontroler NodeMCU ESP8266, cara kerja sensor ph probe H101 Dfrobot, sensor suhu DS18B20 *waterproof*, modul RTC DS3231 dan mengenai protokol websocket yang dirangkai jadi satu kesatuan menggunakan konsep arsitektur *Wireless Sensor Network*(WSN).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian ini akan membahas tentang bagaimana metode serta langkah-langkah kerja sistem pada penelitian ini yang berisikan studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem serta pengambilan kesimpulan yang sudah dilakukan pada penelitian ini.

BAB IV REKAYASA KEBUTUHAN

Pada bab rekayasa kebutuhan ini, membahas deskripsi umum dan apa saja yang dibutuhkan oleh sistem, mulai dari kebutuhan fungsional dan non-fungsional, perangkat keras dan perangkat lunak sistem.

BAB V PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab perancangan dan implementasi sistem menjelaskan proses perancangan dan implementasi sesuai dengan analisis kebutuhan pada sistem.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis sistem akan dilakukan jika semua proses perancangan dan implementasi telah selesai dilakukan. Pengujian dilakukan bertujuan untuk melakukan uji coba sistem dan mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat.

BAB VII PENUTUP

Memuat kesimpulan hasil semua proses implementasi dan pengujian pada sistem, serta saran untuk pengembangan atau penelitian lebih lanjut.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada landasan kepastakaan ini memuat tentang teori-teori yang di kumpulkan untuk di jadikan acuan sebagai studi literatur dalam mendukung penelitian “Sistem Monitoring Kadar Ph dan Suhu Air Menggunakan Protokol Websocket”.

2.1 Kajian Pustaka

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Deantama, yang berjudul “*Low Cost Wireless Sensor Network For Environtment Monitoring*” peneliti merancang suatu sistem dengan menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network* yang digunakan untuk kebutuhan mengamati dan mengumpulkan informasi terhadap lingkungan sekitar. Dalam pengimplementasian *Wireless Sensor Network* peneliti menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang dilengkapi dengan empat sensor yang berbeda-beda yaitu sensor suhu, sensor kelembapan, sensor CH₄, dan sensor CO. Dari peneilitian ini disimpulkan dengan biaya yang rendah dan menggunakan jaringan *multihop* pada sistem kita dapat membuat sistem monitoring atau pengamatan yang dapat digunakan untuk mengamati keadaan sekitar dengan jangkaun yang cukup luas (Unsal, E & Cebi, 2016).

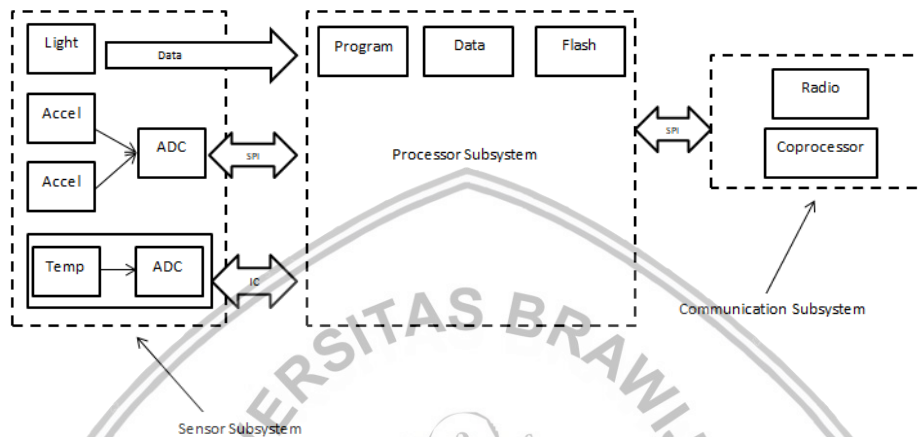
Pada penelitian yang kedua yang berjudul “*Rancang Bangun Sistem Kontroling dan Monitoring Berbasis Websocket Pada Perangkat Arduino*” disini peneliti mengimplementasikan dan menganalisis kinerja protokol websocket yang digunakan dalam sistem kontroling LED, monitoring suhu dan kelembapan pada perangkat Arduino. Dari hasil implementasi yang dilakukan, sistem yang dirancang menggunakan protokol websocket untuk kontroling LED, monitoring suhu dan kelembapan pada Arduino waktu, bahwa waktu yang dibutuhkan tidak lebih dari 1 detik dengan keberhasilan 100% untuk melakukan satu kali proses kontroling dan monitoring perangkat (Deantama, 2016).

Pada penelitian ketiga berjudul “*Web Display of Realtime Wind Sensor Data*” yang dilakukan oleh Pimantel dan Nickerson, membahas tentang sebuah aplikasi yang membaca data dari sensor kecepatan angin dengan menggunakan protokol websocket untuk mengirimkan data sensor kecepatan angin secara *realtime* dan menyediakan saluran komunikasi dupleks penuh dengan *client*. Protokol websocket dipilih untuk digunakan aplikasi web pengamatan untuk pengiriman data sensor secara *realtime*. Hasil pengujian menunjukan bahwa protokol websocket dapat memiliki rata-rata nilai *latency* yang lebih rendah atau lebih besar dari pada menggunakan *long polling* pada HTTP (Pimentel & Nickerson, 2011).

2.2 Wireless Sensor Network (WSN)

Wireless Sensor Network atau jaringan sensor nirkabel merupakan arsitektur yang pada setiap sensornya memiliki kemampuan untuk dapat

mengamati keadaan sekitarnya (*sensing*) (Saifudin, 2017). WSN juga bisa diartikan suatu kesatuan dari proses pengukuran, komputasi, dan komunikasi yang dapat memberikan kemampuan administratif terhadap sebuah perangkat, observasi, dan melakukan penanganan terhadap setiap kejadian atau fenomena yang terjadi pada lingkungan dengan menggunakan teknologi *wireless*. Dengan menggunakan *Wireless Sensor Network* sistem yang dibangun akan jauh lebih efisien di bandingkan dengan menggunakan kabel (Hariyawan, et al., 2013).



Gambar 0.1 Arsitektur *Wireless Sensor Network*

Sumber: (Hariyawan, et al., 2013)

2.3 pH (*Potential of Hydrogen*) Air

pH (*Potential of Hydrogen*) merupakan ukuran nilai kadar keasaman atau basa pada air. Nilai pH juga merupakan salah satunya faktor yang dapat mempengaruhi produktifitas perairan (Pescod, 1973). Dalam budidaya perairan kisaran nilai pH yang baik untuk budidaya udang yaitu antara 8 sampai 8,5, dimana pada rentang nilai pH tersebut pertumbuhan komoditas budidaya udang akan dapat tumbuh dengan optimal (Poernomo, 1992). Dengan perubahan sedikit saja nilai pada pH air akan dapat mengurangi prokduvitas primer yaitu sistem penyangga (Romimoharto, 1985).

Tabel 0.1 Dampak Perubahan pH pada Budidaya Tambak Udang

pH Air	Dampak
<5	Air dapat menyebabkan udang mudah terserang penyakit.
5 – 7	Air meganggu proses metabolisme udang yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan udang terhambat.
7 - 9	Air bersifat baik terhadap udang untuk dapat mengalami pertumbuhan dengan optimal.
>9,0	Air dapat menyebabkan pertumbuhan udang menurun.

Sumber: (Buwono, 1993)

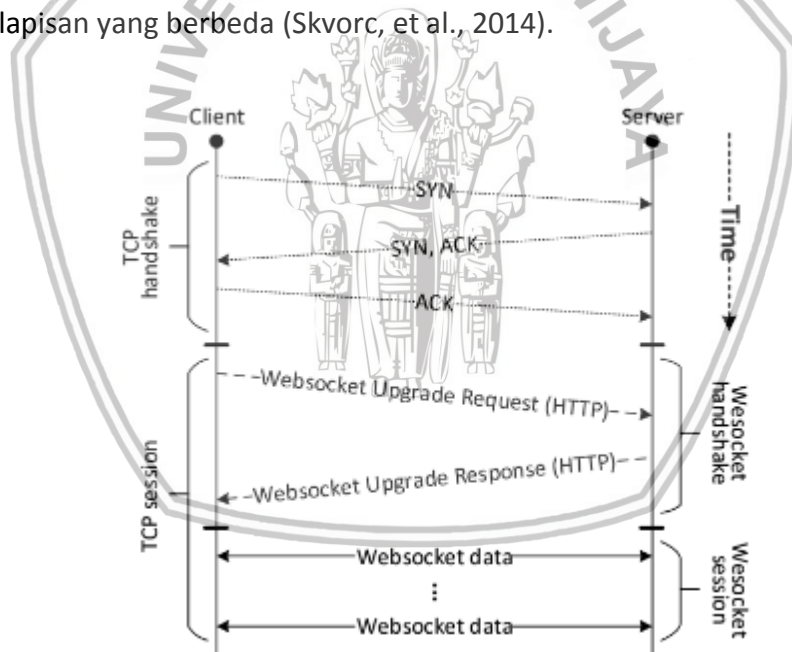
2.4 Suhu Air

Suhu adalah salah satu parameter pada air yang sering diukur nilainya, karena kegunaannya yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Suhu air dapat berubah-ubah terhadap keadaan ruang dan waktu. Pada budidaya tambak udang suhu perairan yang baik berkisar antara 26 sampai 30 derajat celcius, sebab pada rentang nilai tersebut udang dapat tumbuh dengan baik karena dapat melakukan proses pencernaan makanannya dengan baik (Pramono, et al., 2005).

2.5 Websocket

Websocket merupakan suatu protokol yang dikembangkan untuk membuat komunikasi *full-duplex* antara *client* dengan *server* (Zhang & Shen, 2013). Dengan menggunakan websocket memungkinkan pertukaran data komunikasi antara *client-server* yang dibuat dapat berlangsung secara dua arah untuk mengirim dan menerima informasi secara *realtime*.

Pada dasarnya websocket dibuat untuk dapat menyerupai TCP tapi namun websocket tidak dapat digunakan untuk menjadi alternatif sebagai pengganti TCP, karena websocket dan TCP pada model protokol internet berada dalam dua jaringan lapisan yang berbeda (Skvorc, et al., 2014).



Gambar 0.2 Mekanisme Kerja Protokol Websocket

Sumber: (Skvorc, Horvat, & Srbljic, 2014)

Pada penggunaan protokol websocket, dibutuhkan proses handshaking antara *client* untuk dapat terhubung dengan *server* (Melkinov & Pette, 2011). Gambar diatas merupakan proses handshaking yang dilakukan antara *client* dengan *server* untuk menjalin komunikasi menggunakan protokol websocket. Proses pertama, *client* akan mengirimkan *request* berupa SYN kepada *server* yang menandakan proses meminta menjalin hubungan websocket. Setelah itu, *server* akan merespon *request* yang dilakukan dari *client* berupa mengembalikan SYN dari

client tersebut dan *server* menambahkan ACK untuk memastikan *client* tersebut hidup. Setelah proses *handshaking* antara *client* dengan *server* terbentuk, protokol *websocket* dapat mengirim dan menerima data dalam jalur berbeda pada waktu yang sama (Zhang & Shen, 2013).

2.6 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah *platform Internet Of Things* (IoT) yang bersifat *open source*. Modul ESP8266 *wireless* merupakan modul *low cost* Wi-Fi dengan menggunakan dukungan TCP/IP. Modul ESP8266 ini hasil produksi oleh Lo-Lin. Harga yang murah dan penggunaan daya yang rendah serta mempunyai dimensi modul yang kecil menarik banyak *developer* untuk ikut mengembangkan modul ini lebih jauh. NodeMCU selain dapat diprogram menggunakan bahasa LUA dapat juga diprogram menggunakan bahasa pemrograman C dengan menggunakan Arduino IDE.

Tabel 0.2 Perbandingan Modul Wi-Fi

	RN-13c	Arduino shield	ESP8266
Wi-Fi Standart	802.11 b/g	802.11 b/g	802.11 b/g/n
Packet	TCP & UDP	TCP & UDP	TCP & UDP
Mode	Client-Server	Client-Server	Client-Server
Transmit Current	210mA	210mA	215mA
Programmable Controller	Yes	Yes	Yes
Cost	\$69.95	\$84.95	\$2.75

Sumber: (Gandhinagar, 2016)

2.7 Sensor DS18B20 Waterproof

Sensor DS18B20 *waterproof* merupakan sensor digital yang memiliki 12bit ADC internal. Sensor DS18B20 sangat presisi dalam mengukur perubahan suhu dengan referensi tegangan sebesar 5 volt. Sensor ini memiliki akurasi ± 0.5 derajat, dan rentang suhu -10 sampai +85 derajat celcius. Sensor DS18B20 *waterproof* bekerja menggunakan protokol komunikasi *one wire* dan sangat cocok digunakan untuk mengukur suhu pada air karena kemampuannya yang tahan air.



Gambar 0.3 Sensor DS18B20 Waterproof

Sumber: (www.opencircuit.com)

2.8 Sensor pH Probe Dfrobot H101

Sensor pH air merupakan suatu sensor yang digunakan untuk membaca suatu konsentrasi *ion hydrogen* pada sebuah air atau larutan untuk mengetahui kandungan ph yang ada didalamnya. Sensor pH yang digunakan merupakan produk dari Dfrobot dan memiliki konektor BNC.



Gambar 0.4 Sensor pH Probe Dfrobot H101

Sumber: (www.dfrobot.com)

Sensor ini dilengkapi dengan pH circuit yang merupakan sebuah sensor circuit yang berfungsi sebagai pengontrol sensor analog yang digunakan untuk mengakuisisi data dari sensor pH.

Tabel 0.3 Spesifikasi Sensor pH Probe Dfrobot H101

Modul Power	5.00 V
Module Size	43mm x 32mm
Measuring Range	0-14 ph
Measuring Temperature	0-60 derajat Celsius
Accuracy	$\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C)
Response Time	$\leq 1\text{min}$

2.9 Real Time Clock (RTC)

RTC (*Real Time Clock*) adalah jam elektronik berupa chip yang dapat digunakan untuk menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat serta juga dapat menjaga atau menyimpan data waktu tersebut secara *realtime*. RTC dibutuhkan pada mikrokontroler karena *timekeeper* yang ada di mikrokontroler akan mati jika daya yang menyuplai dicabut. Hal ini akan dapat menyulitkan proses pengambilan data awal dan akhir, jika mikrokontroler di program ulang dan *timekeeper* akan ter-reset ketika mikrokontroler di program ulang (Gifson & Slamet, 2009).



Gambar 0.5 Modul *Real Time Clock*(RTC)

Sumber: (www.robotics.org.za)

2.10 Mikrokomputer Raspberry Pi v2 Model B

Raspberry Pi merupakan mini komputer yang memiliki fungsi seperti sebuah *Personal Computer (PC)*. Raspberry Pi dilengkapi dengan slot Micro SD yang digunakan untuk sistem operasi dan media penyimpanan. Port Micro USB yang ada pada Raspberry Pi digunakan sebagai *supply power*, penggunaan Micro USB di karenakan murah dan mudah didapatkan. Raspberry pi membutuhkan *power supply* sebesar 5V dengan arus minimal 700 mA untuk tipe B dan 500 mA untuk tipe A (Richardson & Wallace, 2016).

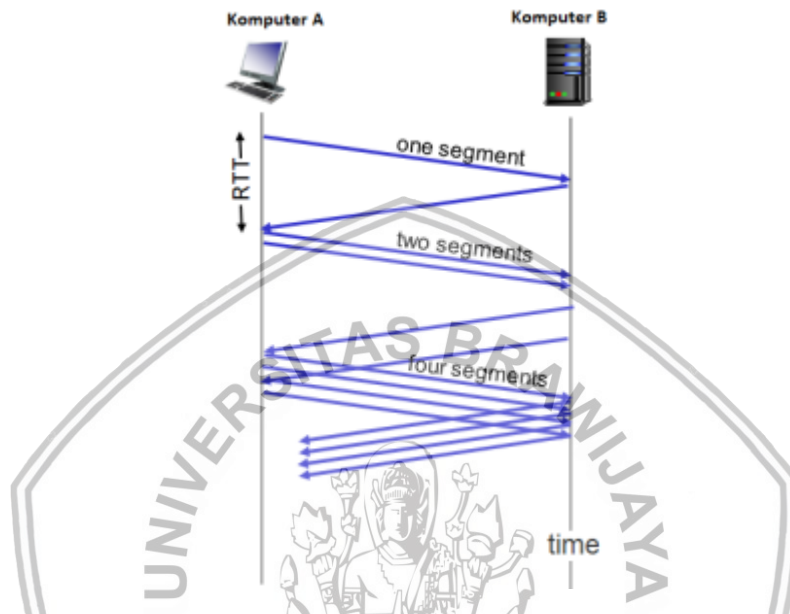


Gambar 0.6 Mikrokomputer Raspberry Pi v2 Model B

Sumber: (www.reichelt.com)

2.11 Round Trip Time (RTT)

Round Trip Time (RTT) merupakan waktu yang dibutuhkan sebuah paket untuk melakukan perjalanan dari *client* ke *server*, dan kembali lagi kepada *client*. *Round Trip Time* (RTT) merupakan penundaan paket propagasi, penundaan paket antrian pada *router* dan *switch* menengah, dan penundaan pengolahan paket (Kurose & Ross, 2012).



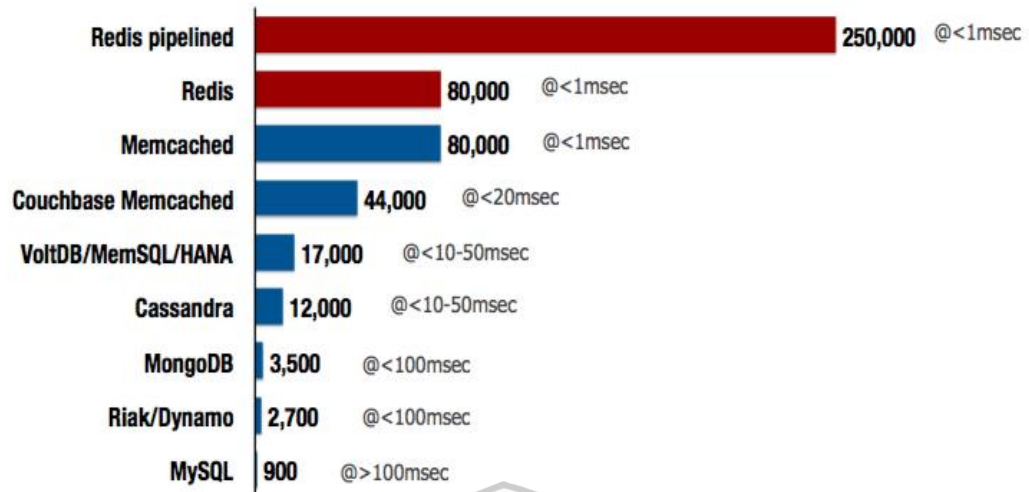
Gambar 0.7 Round Trip Time (RTT)

Sumber: (Kurose & Ross, 2012)

Dalam jaringan, khususnya *Wide Area Network* (WAN) atau internet, RTT merupakan salah satu dari beberapa faktor yang dapat mempengaruhi *latency*, yaitu waktu antara permintaan data dan pengembalian lengkap data tersebut.

2.12 Redis

Redis merupakan sebuah *open source* yang mempunyai penyimpanan data di dalam memori, yang digunakan sebagai database, *cache* dan *message broker*. Struktur penyimpanan data pada Redis menggunakan data *key-value* berbasis NoSQL. Redis juga mempunyai beberapa struktur data antara lain *lists*, *strings*, *hashes*, *sorted sets* dan *sets*. Redis dibuat untuk tidak menggantikan sistem basis data yang telah ada, melainkan redis hanya digunakan khusus dalam operasi sementara dan penyimpanan dinamis (Macedo & Oliveira, 2011). Dimana redis memiliki media penyimpanan data di dalam memori, maka dari itu redis sangatlah cocok untuk sistem yang membutuhkan faktor data *realtime* dan juga dapat dipastikan kemampuan redis dalam mengeksekusi perintah sangatlah cepat (Pratomo & Miftakhudin, 2011).



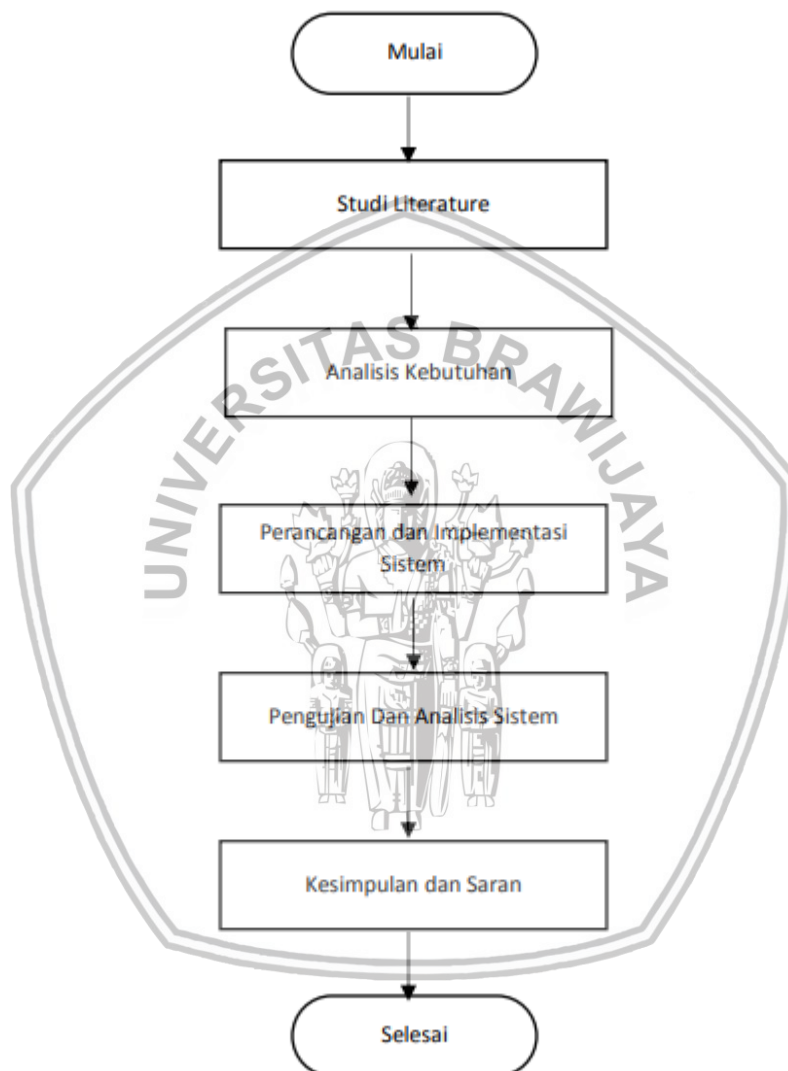
Gambar 0.8 Perbandingan Performa Redis

Sumber: (Redis.io)



BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini penulis akan dijelaskan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian tentang “Sistem Monitoring pH Dan Suhu Air Tambak Udang Menggunakan Protokol Websocket”. Adapun tahapan-tahapan yang akan dilakukan adalah di gambarkan dengan diagram di bawah ini.



Gambar 0.1 Diagram Alur Metodologi Penelitian

3.1 Studi Literatur

Pada studi literatur dilakukan dengan merujuk artikel jurnal, buku, dan *website* yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Hal ini dimaksudkan agar data yang digunakan dalam penelitian ini valid secara teoritis. Teori-teori penunjang tersebut yaitu meliputi:

1. Sensor Node

Pada bagian ini dilakukan studi literatur mengenai mikrokontroler dan sensor yang dibutuhkan untuk mengkoleksi nilai ph dan suhu pada sistem.

2. Python

Bagian ini dilakukan studi literatur mengenai Bahasa pemrograman python.

3. *C Language*

Bagian ini dilakukan studi literatur mengenai bahasa pemrograman C.

4. Redis

Bagian ini dilakukan studi literatur terhadap sistem basis data Redis, struktur database, macam-macam tipe datanya dan bagaimana cara penggunaannya.

5. *Wireless Sensor Network* (WSN)

Pada bagian ini dilakukan studi literatur yang terkait mengenai konsep *Wireless Sensor Network*, dengan mencari dan membaca beberapa jurnal maupun buku yang dapat menjelaskan secara umum tentang konsep WSN.

6. Protokol Websocket

Pada bagian ini dilakukan studi literatur yang membahas konsep dari protokol websocket, dilakukan dengan mencari beberapa jurnal maupun buku ataupun *website* terkait yang membahas tentang konsep dasar atau secara umum mengenai komunikasi protokol websocket.

3.2 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan adalah salah satu tahap atau sebuah cara untuk mempersiapkan kebutuhan penelitian. Tujuan analisis kebutuhan sistem ini untuk mengetahui perangkat keras maupun perangkat lunak yang akan digunakan pada penelitian.

3.2.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Pada analisis kebutuhan perangkat keras ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisa kebutuhan perangkat keras yang akan digunakan dalam penelitian. Berikut merupakan kebutuhan perangkat keras yang akan digunakan:

1. Sensor Node

- a. Sensor pH Probe Dfrobot H101 digunakan sebagai untuk mengukur informasi nilai ph pada air.

- b. Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof* digunakan sebagai alat untuk mengukur suhu pada air.
- c. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 digunakan untuk mengatur keseluruhan aktivitas pada perangkat sensor.
- d. Modul *Real Time Clock* (RTC) DS3231 berfungsi sebagai alat untuk mendapatkan waktu pengamatan pada sensor ph dan suhu.

2. Raspberry Pi sebagai *server* sistem

Raspberry Pi digunakan sebagai *server* sistem dimana diharapkan mampu menerima dan menyimpan data dari perangkat sensor. Kemudian *server* diharapkan mampu mengirimkan data ke *client* melalui koneksi Wi-Fi menggunakan websocket.

3.2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam analisis kebutuhan perangkat lunak ini dilakukan analisa mengenai program yang akan dibutuhkan untuk mengimplementasikan perangkat keras. Program yang akan dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu:

A. Program Sensor Node

Program sensor node harus dapat menjalankan perintah dan mengkoleksi data yang di dapatkan serta dapat mengirimkan data yang di dapat dari perangkat setiap sensor node. Program sensor node di tulis menggunakan Bahasa C *Language* dan di *running* pada *software* Arduino IDE.

B. Server

Server digunakan untuk menjembatani komunikasi antara *client* dengan *server* maupun *server* dengan sensor node dalam mengkoleksi data ph dan suhu pada air dan menyimpannya ke dalam database. *Server* di tulis menggunakan Bahasa pemrograman Python.

C. Database

Database digunakan untuk menyimpan semua data hasil sensing perangkat sensor pada *server* yang siap dikirimkan ke pengguna.

D. Web Sistem

Web sistem harus mampu melakukan hubungan antara sensor node dengan *client* menggunakan websocket yang berfungsi agar data yang diterima dapat ditampilkan secara *realtime* tanpa harus melakukan *refresh* halaman web maupun aplikasi. Bahasa yang digunakan adalah Javascript dan HTML, dimana nantinya web dapat dijalankan pada android maupun personal komputer.

3.2.3 Kebutuhan Fungsional Sistem

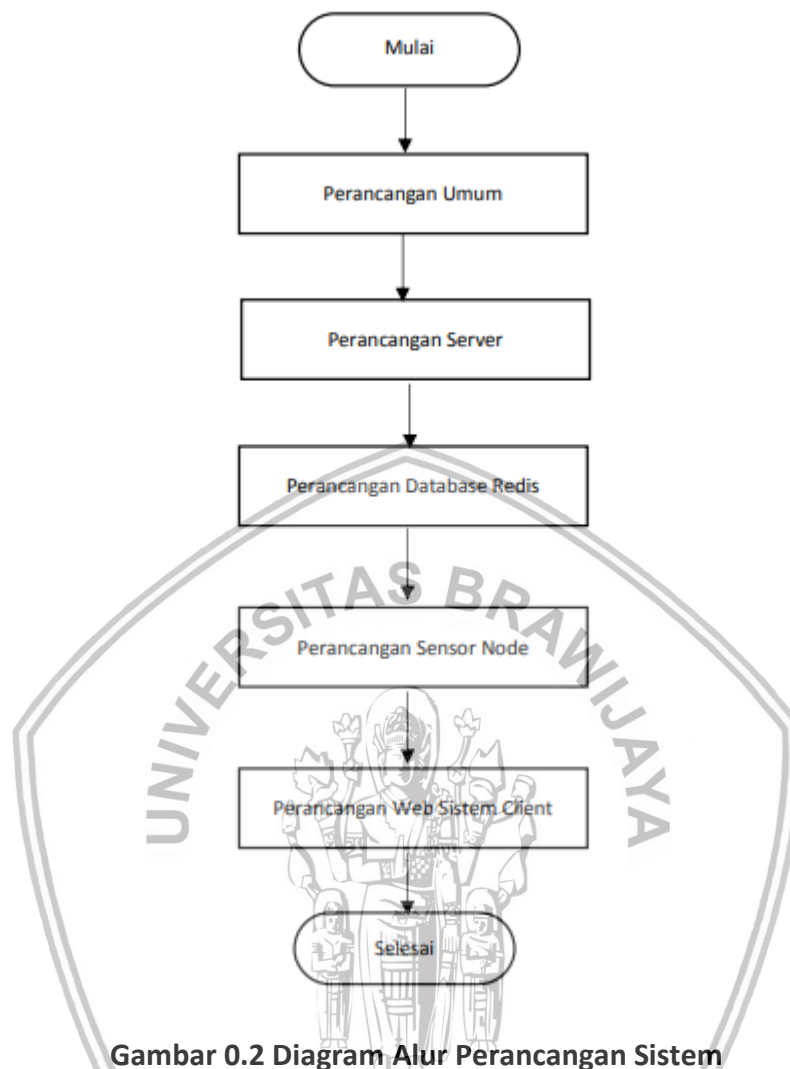
Pada kebutuhan fungsional sistem ini, menjelaskan fungsi dari pembuatan sistem monitoring pada penelitian ini. Berikut merupakan kebutuhan fungsional sistem ini sebagai berikut.

1. Perangkat sensor node dapat membaca dan mengumpulkan data ph dan suhu air dengan akurat.
2. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 mampu mengolah dan mengirimkan data yang di dapat pada perangkat sensor ke *server* melalui protokol websocket.
3. *Client* mampu mengirimkan *request* pada *server* untuk memperoleh data sensor node menggunakan protokol websocket.
4. Aplikasi mampu menampilkan informasi hasil pengamatan yang diperoleh dari perangkat sensor.

3.3 Perancangan Sistem

Setelah melakukan tahap studi literatur dan memperoleh semua kebutuhan yang dibutuhkan, maka selanjutnya adalah dilakukan perancangan sistem. Perancangan sistem dilakukan agar pembuatan sistem pada penelitian ini dapat terarah dan terstruktur. Pada perancangan pengamatan sistem monitoring ph dan suhu, yaitu meliputi perancangan perangkat keras yang akan dibuat gambar rancangan rangkaian beberapa sensor yaitu sensor ph, sensor suhu, dan modul RTC DS3231 yang terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

Perancangan ini dibuat agar perangkat keras yang digunakan terintegrasi dengan mikrokontroller. Dan untuk dapat menjalankan fungsinya mikrokontroller akan diprogram dengan menggunakan Arduino IDE untuk menjalankan fungsi dari setiap sensor. Setelah itu akan dibangun sebuah *server* websocket menggunakan bahasa pemrograman Python pada mikrokomputer Raspberry Pi. Adapun alur untuk perancangan sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut.



Gambar 0.2 Diagram Alur Perancangan Sistem

3.4 Implementasi Sistem

Pada implementasi sistem penulis akan melakukan implementasi dengan mengacu pada bab rekayasa kebutuhan dan perancangan. Adapun implementasi yang akan dilakukan yaitu meliputi implementasi perangkat keras dan perangkat lunak sistem.

3.4.1 Implementasi Perangkat Keras

Dalam implementasi perangkat keras ini akan dilakukan konfigurasi perangkat sensor yaitu sensor pH probe dan sensor DS18B20 *waterproof* serta modul RTC DS3231 agar terintegrasi dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

3.4.2 Implementasi Perangkat Lunak

Pada implementasi perangkat lunak ini akan dilakukan implementasi untuk setiap fungsi-fungsi yang ada pada setiap masing-masing perangkat keras. Berikut merupakan tahapan dari implementasi perangkat lunak adalah:

1. Proses implementasi perangkat lunak sensor node ini bertujuan untuk memprogram setiap perangkat sensor yang digunakan dapat terhubung dan terintegrasi dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang berfungsi untuk mendapatkan nilai pH dan suhu pada air secara akurat.
2. Proses implementasi pengiriman pesan dari perangkat sensor ke *server*. Dalam implementasi ini akan terdapat proses pengkoleksian data pH dan suhu air oleh sensor *probe* H101 Dfrobot dan sensor DS18B20 *waterproof*. Setelah data berhasil didapatkan, data tersebut akan dikirim ke *server* dan disimpan pada database redis.
3. Proses implementasi pengiriman pesan dari *client* ke *server*. Dalam implementasi ini untuk dapat menjalankan fungsi sistem monitoring pH dan suhu air maka diperlukan komunikasi antara *client* dengan *server* untuk memperoleh data pengamatan.
4. Proses implementasi hasil monitoring pada antarmuka web sistem. Dalam proses ini merupakan akhir dari implementasi sistem monitoring pH dan suhu air. Dimana hasil dari pengimplementasian ini bertujuan untuk menampilkan semua informasi data yang didapatkan oleh perangkat sensor, yang memudahkan untuk pengguna dapat membaca informasi hasil pengamatan dengan mudah.

3.5 Pengujian Dan Analisis

Pada tahap ini dilakukan agar dapat mengetahui kinerja atau performa keseluruhan sistem yang telah dibuat. Ada 4 pengujian yang akan dilakukan untuk sistem yang nantinya akan dibangun, sebagai berikut:

A. Pengujian Sensor Node

Pengujian perangkat keras ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor dari sistem yang dibangun. Pengujian perangkat keras ini juga bertujuan agar sensor yang telah dirancang atau dibangun pada sistem dapat mendapatkan nilai yang akurat pada saat dilakukannya pengamatan. Pengujian perangkat keras pada sistem ini dilakukan dengan beberapa perbandingan menggunakan alat ukur yang sudah ada.

B. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan keseluruhan fungsi yang ada pada sistem monitoring, dimulai dari menjalankan sensor node, menjalankan *server* dan database *server*, dan *client* mengakses *web server* serta melakukan *request* ke *server* untuk mendapatkan informasi nilai pH dan suhu air. Adapun pencapaian yang akan didapatkan dari pengujian ini yaitu sistem mampu menjalankan semua fungsi dan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pada pengujian ini juga diharapkan dapat mengetahui dan menganalisa penyebab fungsi-fungsi tidak berjalannya sistem.

C. Pengujian Kinerja Sistem

Pengujian Kinerja sistem ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dan kekurangan dari sistem yang dibangun. Pengujian sistem ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja sistem dalam menerima *request* dari *client* dan mengirimkannya kembali. Pengujian performa sistem dilakukan dengan beberapa nilai parameter untuk mengetahui seberapa baik kinerja atau performa sistem yang telah dibangun. *Round Trip Time* (RTT), pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sebuah paket untuk dapat melakukan perjalanan dari sumber ke tujuan dan kembali lagi. RTT merupakan ukuran penting dalam menentukan penuhnya suatu koneksi.

D. Fungsional Antarmuka Web Sistem

Fungsional antarmuka web sistem dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi pada antarmuka web sistem yang telah dibuat atau dirancang dan di implementasikan dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

3.6 Kesimpulan Dan Saran

Dalam tahap pengambilan kesimpulan dapat dilakukan setelah semua tahapan sebelumnya selesai diimplementasikan. Kesimpulan dapat dilakukan dengan mengambil data pengujian pada sistem monitoring kadar ph dan suhu pada air menggunakan protokol websocket yang telah selesai dibuat. Setelah itu untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi dalam penelitian juga diperlukan saran untuk membangun sistem menjadi lebih baik lagi untuk pengembangan sistem monitoring kadar ph dan suhu pada air selanjutnya.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

4.1 Deskripsi Umum Sistem

Pada deskripsi umum sistem ini akan menjelaskan proses perancangan dan implementasi yang akan dilakukan untuk membuat sistem monitoring kadar ph dan suhu air menggunakan websocket.

4.1.1 Perspektif Sistem

Sistem yang telah dibuat dapat dikatakan bekerja, dimana setiap masing-masing dari sistem yang di rancang berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan, dimulai dengan sensor node yang merupakan bagian utama dari sistem monitoring ini yang berfungsi untuk mengkoleksi data ph dan suhu air. Kemudian data yang diperoleh dikirimkan melalui Wi-Fi ke *server* dengan menggunakan protokol websocket dan disimpan oleh *server* kedalam database redis. Mikrokomputer Raspberry Pi yang berfungsi sebagai *server* websocket dan database *server*. Sedangkan *client* dapat mendapatkan informasi nilai pengamatan yang telah dilakukan oleh sensor node dengan mengakses web *server* sistem melalui *browser*.

4.1.2 Tujuan

Tujuan pembuatan sistem ini dilakukan untuk menjelaskan secara rinci dan detail alur mengenai sistem yang akan dibuat. Dalam penelitian ini peneliti menjelaskan sistem monitoring dengan menggunakan arsitektur *Wireless Sensor Network* dan komunikasi websocket yang digunakan antara sensor node dengan *server* maupun *server* dengan *client*. Dokumentasi pembuatan sistem ini bertujuan dibuat untuk ditujukan kepada stakeholder maupun pengembang sistem agar dapat mengembangkan penelitian ini untuk yang lebih kompleks untuk keperluan industri dalam bidang perikanan.

4.1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup sistem ini yaitu membuat sistem monitoring untuk pengamatan kualitas air dengan parameter ph dan suhu air dengan berdasarkan arsitektur *Wireless Sensor Network*, dimana terdapat sensor node yang digunakan sebagai sumber data, mikrokomputer Raspberry Pi sebagai *server* dan database *server* dan *browser* pada sisi *client* digunakan untuk mengakses web *server* untuk sistem monitoring ini. Pada ruang lingkup ini juga diharapkan mikrorkontroler NodeMCU ESP8266 beserta sensor node dapat bekerja dengan baik dalam mengumpulkan data ph dan suhu air, yang selanjutnya hasil nilai yang didapatkan dari pengamatan akan dikirimkan ke *server* melalui jaringan Wi-Fi menggunakan komunikasi websocket untuk disimpan ke dalam database sebelum data diolah oleh *server* dan dikirimkan ke *client*.

4.1.4 Batasan Sistem

Adapun batasan sistem untuk penelitian pada tahap rekayasa kebutuhan ini adalah:

1. Sensor node akan berfungsi seperti yang diharapkan jika *server* dan database redis sudah dalam keadaan hidup dan siap untuk menerima data.
2. Semua rangkain sistem akan dapat bekerja jika pada masing-masing perangkat mendapatkan daya yang sesuai dan tidak ada terjadi kesalahan dalam pemasangan perangkat.
3. Sistem yang terdiri dari sensor node, *server*, dan *client* akan dapat saling berkomunikasi satu sama lain menggunakan protokol websocket jika terhubung dan terintegrasi pada jaringan Wi-Fi yang sama.

4.1.5 Lingkungan Operasi

Adapun syarat lingkungan operasi yang mendukung kebutuhan pada sistem ini yaitu diantaranya:

1. Terdapat dua sensor node yang masing-masing terdiri dari perangkat sensor ph dan suhu serta mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang digunakan pada penelitian ini.
2. Lingkungan operasi yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan tambak udang dengan ukuran 7 x 7 meter persegi dengan ketinggian air kurang lebih dari 2 meter dan suhu air kurang dari 30 derajat celcius.
3. Kondisi perangkat sensor ph dan suhu harus kering ketika di masukan ke dalam air, yang bertujuan agar tidak mengganggu keakurasian dari sensor tersebut dalam megkoleksi data.

4.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini menjelaskan kebutuhan secara keseluruhan pada sistem yang dibangun yaitu kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak dan kebutuhan fungsional sistem.

4.2.1 Kebutuhan Fungsional Sistem

Kebutuhan fungsional pada tahap ini, skema sistem harus dapat melakukan sesuai kebutuhan perancangan yang ingin dicapai sebelumnya. Berikut merupakan kebutuhan yang akan dibuat sesuai fungsional sistem.

1. Mengoleksi data kadar ph dan suhu air oleh perangkat sensor.
 - a) Penjelasan
Fungsi ini sistem harus dapat mengumpulkan data mengenai informasi nilai ph dan suhu pada air melalui masing-masing sensor.
 - b) Respon sistem
Mikrokontroler menerima dan mengolah data hasil inputan sensor menjadi data digital yang siap untuk dikirimkan kepada *server*.

2. Sensor node mengirimkan hasil informasi kepada *server*.
 - a) Penjelasan
Fungsi ini *server* harus dapat menerima dan menyimpan data yang diperoleh oleh sensor node melalui jaringan *Wi-Fi* dan menggunakan komunikasi *websocket*.
 - b) Respon sistem
Hasil data dari sensor node akan disimpan oleh *server* ke dalam database. Dan akan dikirimkan ke *client* jika ada *client* yang terhubung.
3. *Client* mengirim *request* ke *server* untuk mendapatkan informasi dari sensor menggunakan *websocket*.
 - a) Penjelasan
Fungsi ini *client* harus dapat mengirim *request* ke *server* yang berguna mendapatkan informasi data hasil pengamatan sensor melalui *websocket*.
 - b) Respon Sistem
Server menerima pesan *connection established* saat ada *client* mengirim *request* untuk menjalin komunikasi pertukaran data pengamatan.
4. *Server* merespon request yang diberikan oleh *client*.
 - a) Penjelasan
Pada fungsi ini *server* harus mampu memberikan respon dari *request* yang dilakukan oleh *client* dengan mengirimkan *payload* yang berisi informasi hasil pengamatan sensor node berupa data berformat JSON.
 - b) Respon Sistem
Server merespon dengan mengirimkan *payload* mengenai informasi nilai hasil pengamatan berupa data JSON yang ditampilkan ke halaman web *client* melalui *browser*.

4.2.2 Kebutuhan Perangkat Keras

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, kebutuhan perangkat keras dibagi menjadi tiga bagian yaitu sensor node, *server* dan *client*. Berikut adalah spesifikasi dari masing-masing kebutuhan tersebut sebagai berikut.

Tabel 0.1 Kebutuhan Laptop

Komponen	Spesifikasi
Processor	Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU @2.00GHz
Memory (RAM)	2GB
Harddisk	500GB
Sistem Operasi	Win 7 Professional

Tabel 0.2 Kebutuhan Server

Komponen	Spesifikasi
Raspberry Pi v2 Model B	CPU : Quadcore ARM Cortex A7 RAM : 1GB Storage : 16GB Sistem Operasi : Raspbian Jessie

Tabel 0.3 Kebutuhan Sensor Node

Komponen	Spesifikasi
Nodemcu ESP8266	CPU : ESP8266 Memory : 128 kBytes
Sensor pH probe H101 Dfrobot	Daya : 5V Range(pH) : 0-14 Temp : 0-50 derajat celcius Akurasi : ± 0.1
Sensor Suhu DS18B20 <i>Waterproof</i>	Chipset : DS18B20 Daya : 3.3 - 5,5V Range Suhu : -55 - +125 C Akurasi <0,5 C
Modul RTC DS3231	Memory Chip : AT24C32 Storage : 32K Daya : 3,3- 5,5V Akurasi : 0-40

4.2.3 Kebutuhan Perangkat Lunak

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dalam kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk merancang sistem ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu sensor node, *server* dan *client*. Adapun kebutuhan yang mencakup untuk ketiga bagian tersebut sebagai berikut.

Tabel 0.4 Kebutuhan Perangkat Lunak

Software	Fungsi
Python	Bahasa pemrograman yang digunakan dalam membuat kode <i>server</i> websocket pada mikrokomputer Raspberry Pi.
Arduino IDE	Digunakan untuk menulis kode dan mengeksekusi program yang telah dibuat untuk sebuah perangkat Arduino.
Redis	Digunakan sebagai media penyimpanan data <i>live</i> sensor yang ditulis menggunakan Bahasa pemrograman Python.
Browser	Sebagai perantara agar <i>client</i> dapat berkomunikasi dengan <i>server</i> menggunakan websocket.

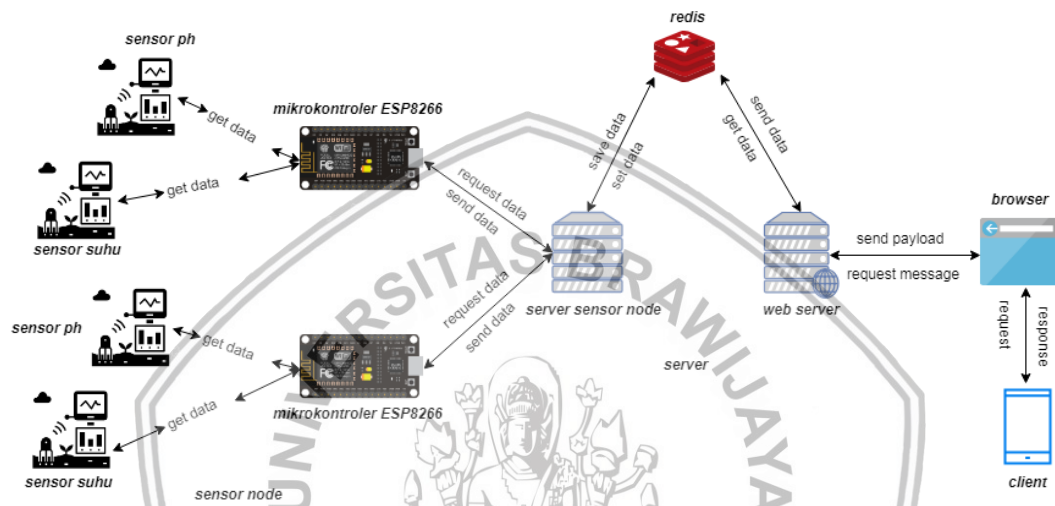
Bahasa C	Sebagai Bahasa pemrograman untuk Arduino IDE yang digunakan dalam menuliskan script ke dalam sebuah perangkat sensor.
HTML	Sebagai Bahasa pemrograman dalam membuat tampilan halaman <i>web server</i> untuk <i>client</i> .
Javascript	Sebagai Bahasa pemrograman dalam membuat komunikasi websocket pada <i>server</i> dengan <i>client</i> pada halaman <i>web server</i> .



BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

5.1 Perancangan Umum Sistem

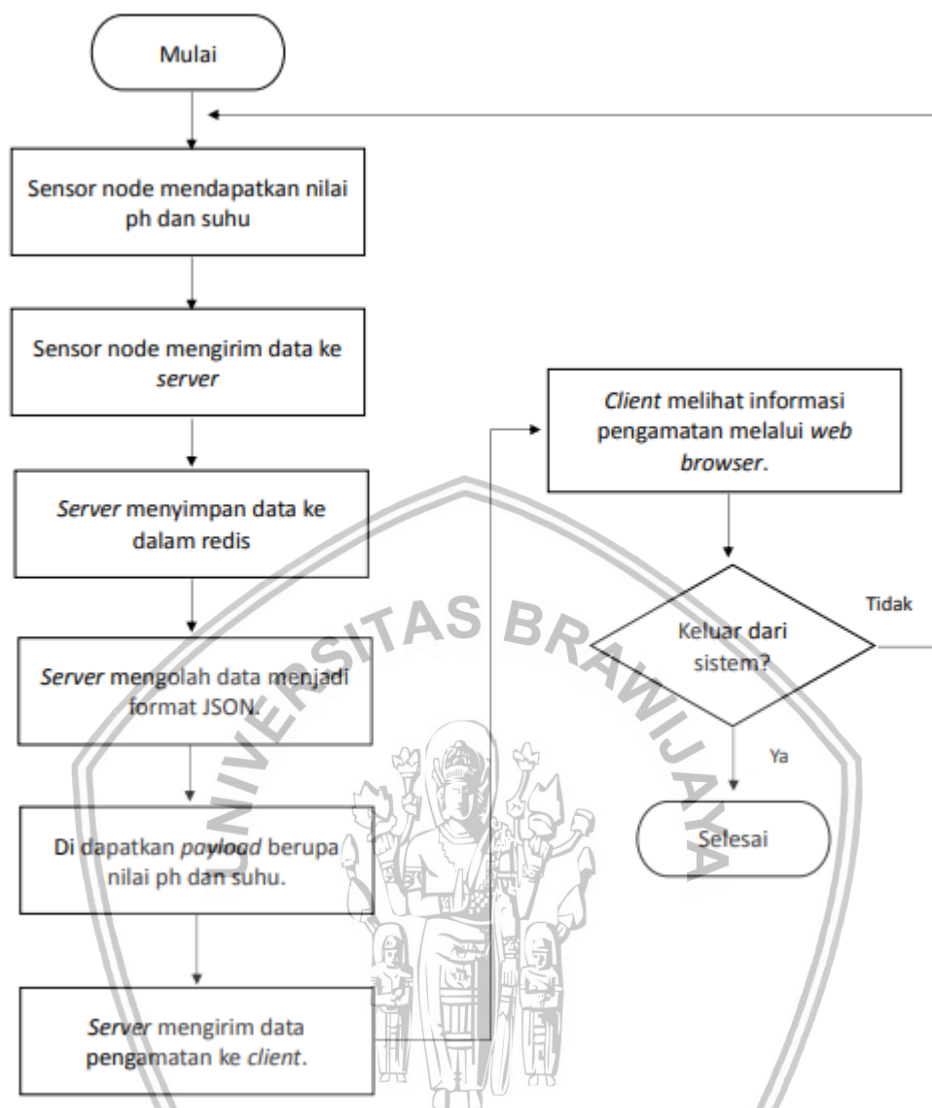
Dalam perancangan umum sistem ini, terdiri dari perancangan sensor node, perancangan *server*, perancangan database dan antarmuka web sistem. Perancangan dilakukan bertujuan untuk implementasi yang nantinya akan dilakukan dapat berjalan dengan baik dan sistematis. Adapun rancangan topologi sistem yang akan dibangun diilustrasikan pada Gambar 5.1 dibawah ini.



Gambar 0.1 Rancangan Topologi Sistem

Pada gambar diatas menjelaskan perancangan sistem yang akan diimplementasikan kedalam sistem yang sebenarnya. Perancangan sistem terdiri dari sensor node, *server*, database *server* dan antarmuka web sistem. Pada perancangan diatas terdapat 3 komunikasi, yaitu komunikasi sensor node dengan *server*, *server* dengan database *redis* dan *server* dengan *client*. Komunikasi sensor node dengan *server* bertujuan untuk mengirimkan hasil pengamatan yang telah diperoleh oleh setiap masing-masing dari sensor node.

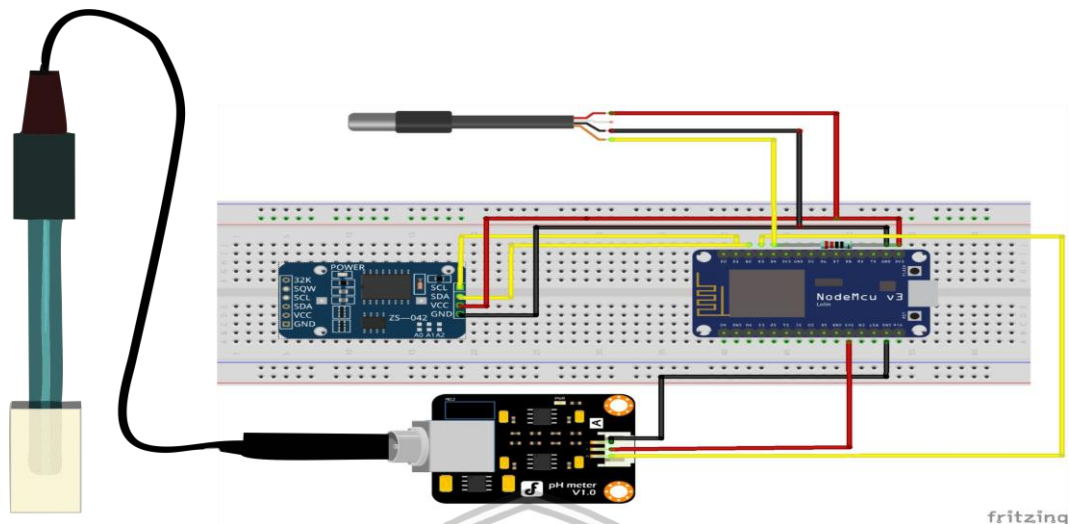
Komunikasi *server* dengan database *server* digunakan untuk menyimpan data hasil pengamatan yang didapatkan dari sensor node ke dalam database. Dan komunikasi *server* dengan *client* digunakan untuk *client* mengakses web *server* dan menjalin komunikasi dengan *server* untuk dapat mengamati hasil pengamatan yang dilakukan oleh sensor node mengenai informasi nilai pH dan suhu pada air. Pada Gambar 5.2 dibawah ini akan menunjukkan diagram alur sistem untuk monitoring pH dan suhu secara keseluruhan.



Gambar 0.2 Diagram Alur Sistem Secara Keseluruhan

5.1.1 Perancangan Sensor Node

Untuk mendapatkan data berupa pH dan suhu air diperlukan adanya konfigurasi dimana sensor pH probe, sensor DS18B20 *waterproof* dan modul RTC DS3231 terintegrasi dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Adapun konfigurasi untuk masing-masing sensor node pada sistem ini ditunjukkan pada Gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 0.3 Rangkain Sensor Node

Untuk memperjelas konfigurasi pin antar perangkat-perangkat rangkaian sensor ditunjukkan pada Tabel 5.1, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3.

Tabel 0.1 Konfigurasi Pin Sensor PH

Sensor pH Probe	Mikrokontroler Nodemcu ES8266
VCC (+)	3.3V
GND (-)	GND
A(Data)	A0

Tabel 0.2 Konfigurasi Pin Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof*

Sensor DS18B20	Mikrokontroler Nodemcu ES8266
VCC (Red Cable)	3.3V
GND (Black Cable)	GND
Data (Yellow Cable)	D4
Resistor	4.7kOhm (Antara VCC dan Data)

Tabel 0.3 Konfigurasi Pin Modul RTC DS3231

Modul RTC DS3231	Mikrokontroler Nodemcu ES8266
VCC	3.3V
GND	GND
SCL	D1
SDA	D2

5.1.2 Perancangan Database Redis

Sebuah database sangat dibutuhkan dalam pengimplementasian sistem pengamatan pH dan suhu air pada sisi *server*. Dalam perancangan sistem pengamatan pH dan suhu ini diperlukan database yang digunakan untuk menyimpan hasil pengamatan masing-masing sensor node yang berisi nilai pH, suhu, dan waktu pengamatan informasi nilai tersebut berhasil didapatkan oleh sensor node. Pada perancangan database untuk sistem pengamatan pH dan suhu pada air ini menggunakan struktur data list.

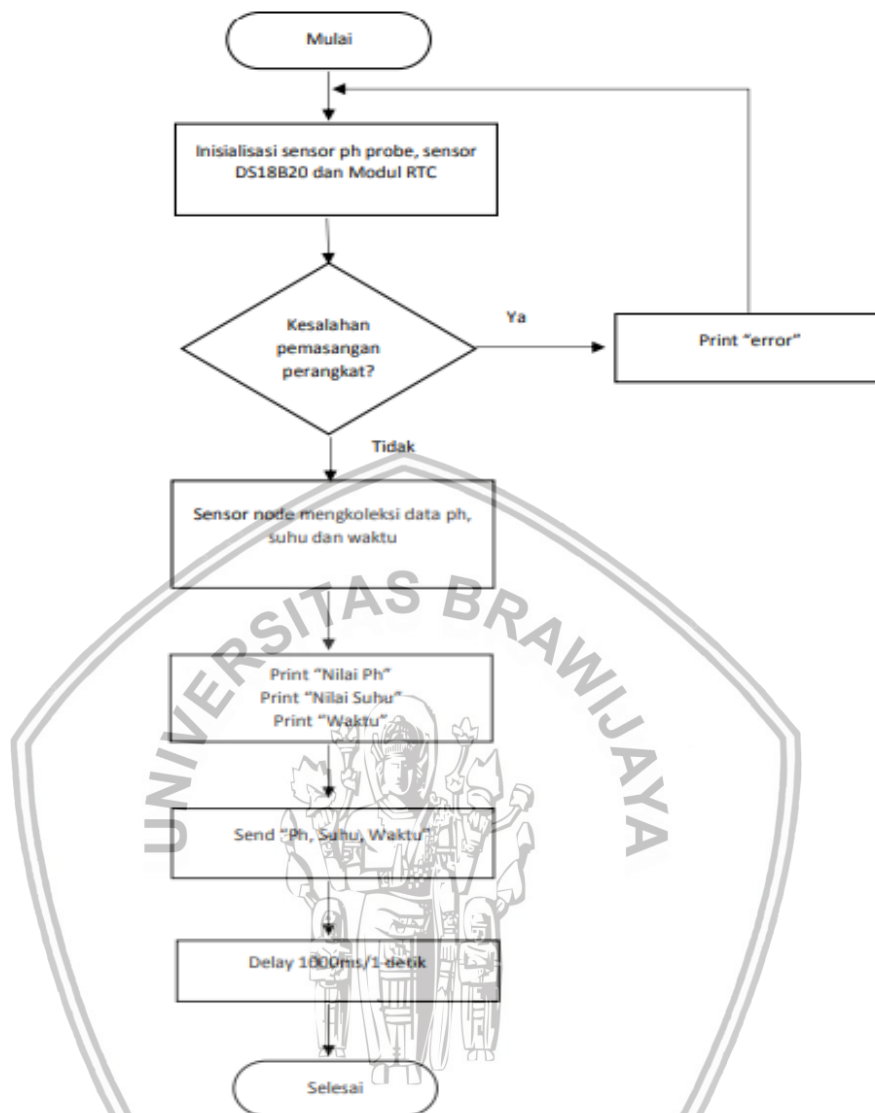
Tabel 0.4 Struktur Database Redis

List	Value
Ph	7.3
Suhu	24
Waktu	2018/9/27 13:45:00

Dimana struktur data list ini sangat cocok untuk digunakan pada sistem pengamatan karena dengan menggunakan struktur data list sistem mampu menyimpan nilai pengamatan sensor node yang mempunyai nilai sama tapi memiliki waktu pengambilan data yang berbeda. Perancangan struktur data list pada database redis yang digunakan untuk sistem ini digambarkan pada tabel berikut.

5.1.3 Perancangan Pengiriman Data dari Sensor Node ke Server

Pada perancangan ini, dilakukan agar perangkat sensor yaitu sensor pH probe, sensor suhu DS18B20 *waterproof* dan modul RTC DS3231 yang terpasang pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dapat mengirimkan informasi nilai atau data pengamatan kepada *server*. Nilai yang didapatkan oleh masing-masing perangkat sensor pengamatan tersebut ialah nilai pH, nilai suhu dan waktu kapan nilai tersebut diambil. Proses perancangan pengambilan data oleh perangkat sensor node digambarkan pada Gambar 5.4.



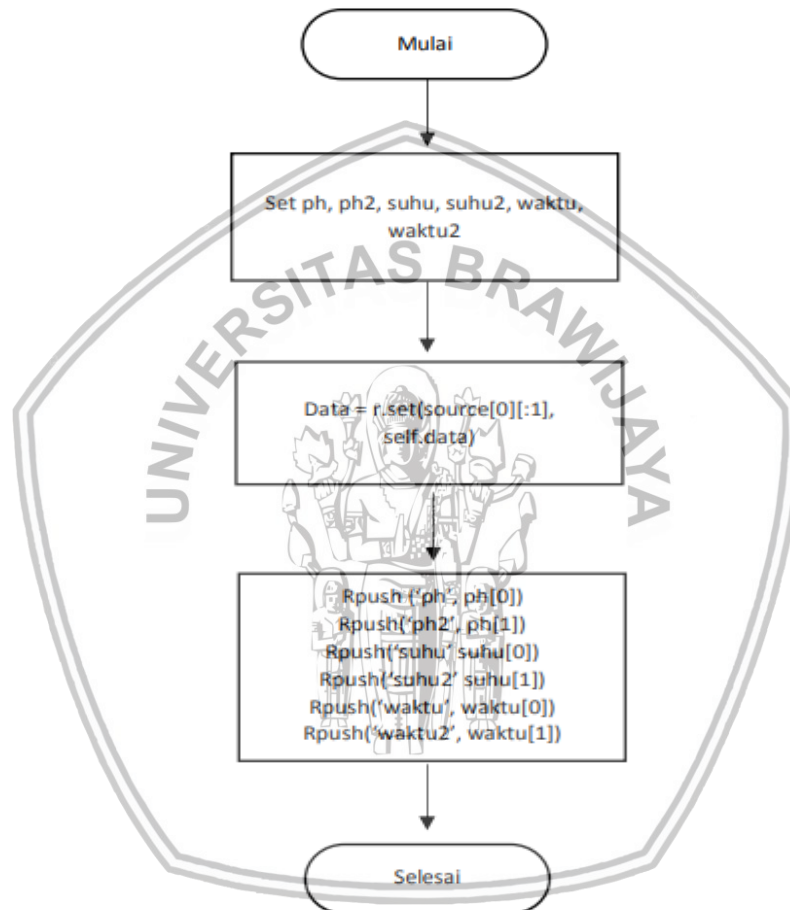
Gambar 0.4 Diagram Alur Pengambilan Data pH dan Suhu

Pada Gambar 5.4 menjelaskan rancangan pada perangkat sensor yang terhubung dengan mikrokontroler untuk mendapatkan nilai pH dan suhu pada air. Data yang sudah dicetak tersebutlah yang akan dikirimkan kepada *server*. Diagram alur pengambilan data pH dan suhu secara rinci dijelaskan sebagai berikut.

1. Mikrokontroler melakukan inisialisasi terhadap sensor untuk mengetahui apakah perangkat sensor node sudah aktif dan terpasang dengan benar.
2. Mikrokontroler menjalankan fungsi pembacaan pH dan suhu air pada masing-masing perangkat sensor.
3. Setelah mikrokontroler berhasil mendapatkan nilai pH dan suhu pada air, mikrokontroler akan mencetak nilai pH dan suhu air pada serial monitor disertai tanda koma untuk membedakan nilai dari masing-masing perangkat sensor.

4. Pada mikrokontroler digunakan delay pengiriman data 1 detik, untuk mendapatkan hasil pengamatan yang akurat.

Setelah data ph dan suhu air berhasil didapatkan oleh perangkat sensor, hasil pengamatan yang didapatkan akan dikirim kepada *server* dan disimpan pada database redis. Selain data ph dan suhu air, *server* juga menyimpan waktu dimana waktu tersebut diperoleh ketika data ph dan suhu air berhasil didapatkan. Proses perancangan penyimpanan data oleh *server* kedalam database dijelaskan pada diagram alur berikut.



Gambar 0.5 Diagram Alur Penyimpanan Data

Pada diagram diatas menjelaskan alur penyimpanan data hasil pengamatan yang telah dilakukan kedalam database redis oleh *server*. Hasil keluaran yang dicetak pada serial monitor sama dengan data yang dikirim dan disimpan pada database. Penjelasan dari diagram alur diatas secara rinci dapat dilihat dibawah ini.

1. *Server* menerima data ph dan suhu air dari masing-masing perangkat sensor node. *Server* juga mendapatkan nilai waktu, tepat pada saat data ph dan suhu didapatkan oleh sensor node.

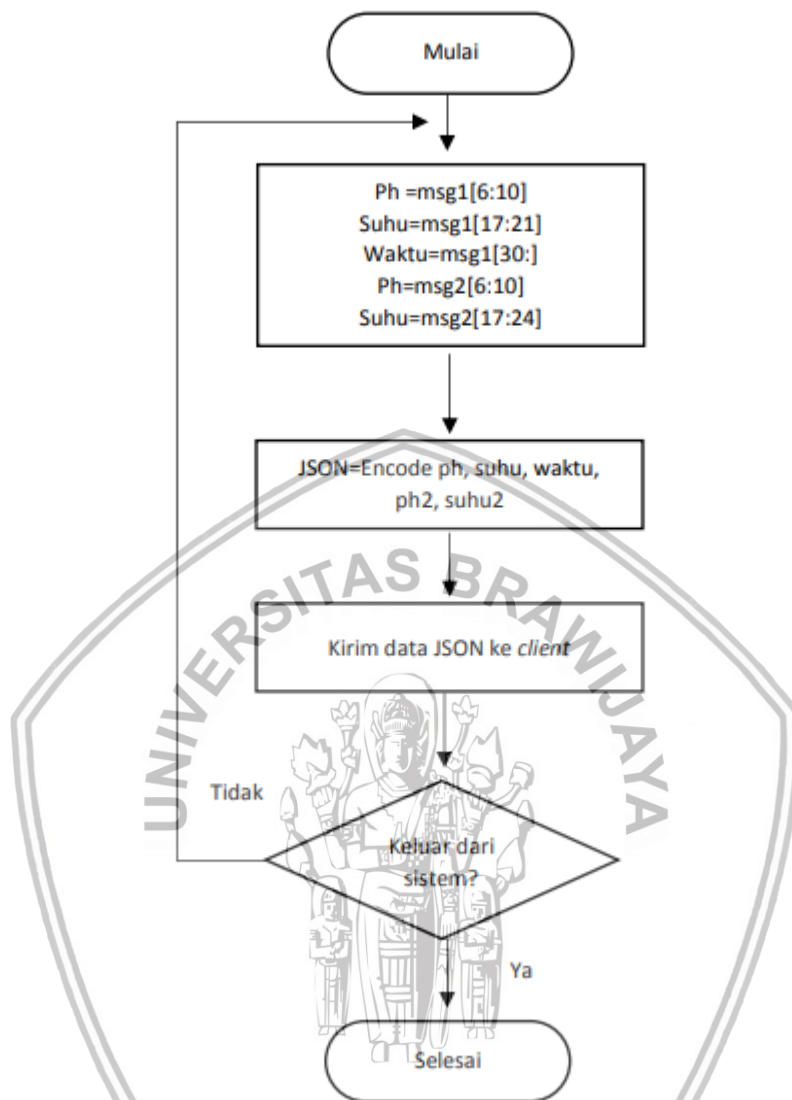
2. Data dari sensor node tersebut akan dipisahkan dengan menggunakan tanda koma yang berguna untuk membedakan nilai ph, suhu dan waktu pengambilan data tersebut diambil.

5.1.4 Perancangan Pengiriman Data dari Server ke Client

Pada perancangan pengolahan pesan pengiriman data dari *server* ke *client* sistem monitoring kadar ph dan suhu pada air ini diperlukan 2 *server*. Pada *server* pertama yaitu *server* untuk komunikasi dengan sensor node, selain itu juga diperlukan *server* untuk komunikasi dengan *client*. Diperlukan 2 *server* ini bertujuan agar sistem yang dibuat dapat berjalan secara *realtime*.

Dengan adanya *server* pertama yang berfungsi untuk komunikasi dengan sensor node dalam mengambil nilai hasil sensing perangkat sensor dan menyimpan hasil sensing kedalam database *server* menggunakan websocket. Sedangkan *server* kedua dibutuhkan untuk dapat melakukan komunikasi dengan *client* dalam proses pengolahan data menjadi sebuah pesan atau *payload* berupa informasi nilai ph, suhu dan waktu yang siap dikirimkan ke *client* menggunakan websocket juga. Dimana data yang diolah oleh *server* kedua merupakan data yang didapatkan dari database redis yang berupa nilai ph, suhu dan waktu. Salah satu proses pengolahan data yang dilakukan oleh *server* adalah mengubah nilai ph, suhu, dan waktu menjadi sebuah data bertipe JSON sebelum data dikirimkan ke *client*.

Dalam implementasi komunikasi yang menggunakan websocket juga diperlukan *server* yang mampu melakukan koneksi jaringan serta dapat berkomunikasi dengan sensor node maupun *client*. Salah satu library Bahasa C yang mendukung komunikasi websocket antara *server* dengan sensor node adalah *Websocket Client*. Sedangkan pada sisi *server* salah satu library yang digunakan untuk membuat komunikasi websocket antara *server* dengan *client* adalah *Framework Tornado* dengan bahasa pemrograman Python. Pada sisi *client* untuk membuat komunikasi websocket digunakan *Websocket API* yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Javascript.



Gambar 0.6 Diagram Alur Pengolahan Pesan dan Pengiriman Pesan

Pada Gambar 5.6 menunjukkan diagram alur untuk proses pengolahan pesan dan penerimaan pesan oleh *server* ke *client*. Proses pengolahan pesan atau *payload* yang dilakukan *server* untuk mengirim hasil informasi yang didapatkan dari sensor node pada database redis diubah menjadi data yang berformat JSON yang akan ditampilkan ke halaman web *server* berupa data ph, suhu dan waktu. Dari diagram tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Server* mendapatkan data ph, suhu, waktu dari database redis yang ada pada *server*. Hasil pengambilan data sebagai variabel ph, suhu, dan waktu. Kedua *server* akan mendapatkan nilai dari masing-masing data sensor node dengan mengambil nilai yang dibutuhkan saja.
2. *Server* melakukan konversi data menjadi bertipe JSON yang memuat nilai ph, suhu dan waktu yang telah didapatkan untuk siap dikirimkan ke *client*.

3. Pesan yang dikirimkan oleh server kepada *client* sebanyak 6 pesan atau *payload* yang masing-masing merupakan nilai *ph*, *ph2*, suhu, suhu2, waktu dan waktu2.

5.1.5 Perancangan Antarmuka Web Sistem

Pada perancangan antarmuka web sistem *client* ini digunakan sebagai tampilan sistem pengamatan perangkat sensor node. Perancangan antarmuka web sistem ini merupakan bagian perancangan sistem secara keseluruhan yang sangat penting, dikarenakan antarmuka ini adalah yang nantinya akan sering digunakan oleh pengguna untuk menjalankan fungsi yang ada pada sistem monitoring. Pada Gambar 5.7 merupakan rancangan antarmuka web sistem yang digunakan untuk sistem pengamatan *ph* dan suhu pada air.

Header			
Location/Address On or Off	Informasi Nilai pH 1	Informasi Nilai Suhu 1	Notifikasi Kondisi Air 1
Status Connection	Informasi Nilai pH 2	Informasi Nilai Suhu 2	Notifikasi Kondisi Air 2
Waktu Pengamatan			

Gambar 0.7 Rancangan Antarmuka Web Sistem untuk Monitoring pH dan Suhu

Antarmuka web sistem *client* ini berfungsi untuk memonitoring semua perangkat sensor yang terpasang pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Untuk implementasi yang dilakukan pada antarmuka web ini menggunakan bahasa pemrograman HTML dan Javascript, yang harus dapat melakukan fungsi-fungsi berikut.

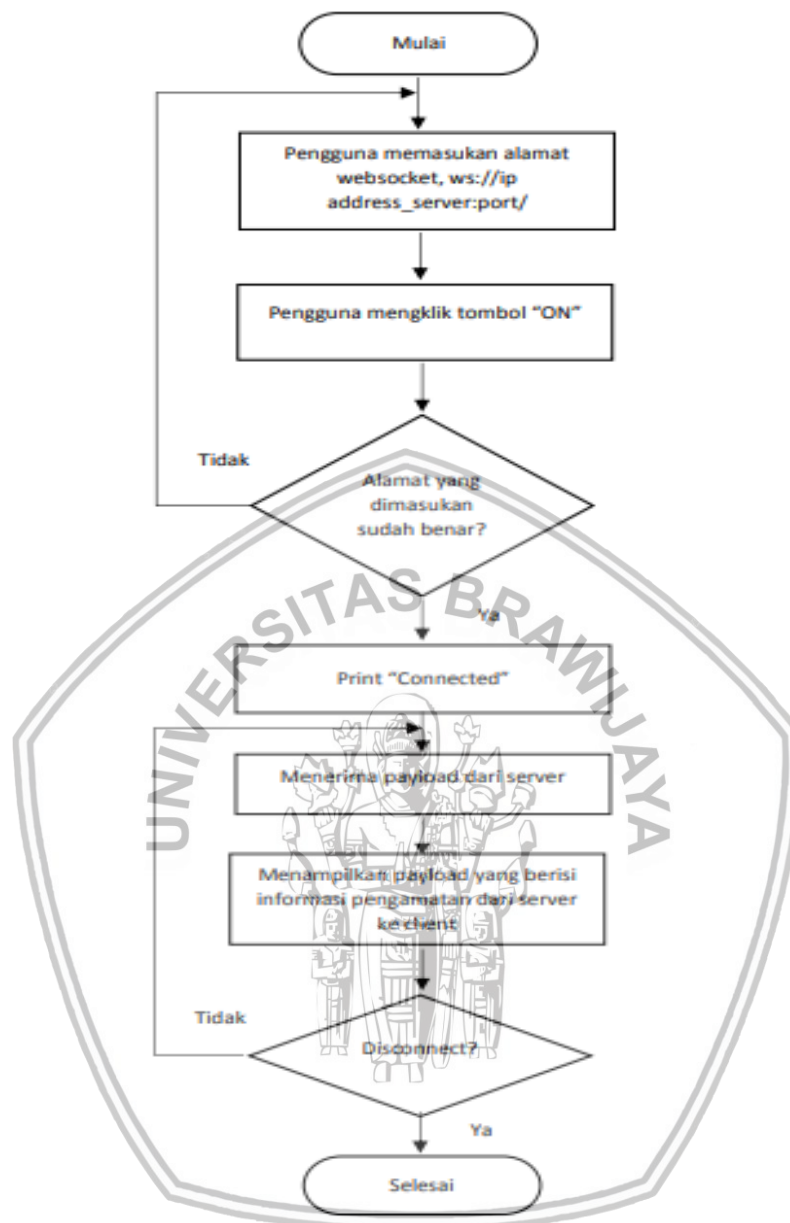
1. Halaman web sistem harus dapat membuat hubungan menggunakan komunikasi websocket kepada *server*.
2. Halaman web pada sistem harus dapat melakukan pemutusan komunikasi pada *server*.
3. Halaman web sistem harus dapat mengirimkan *request* kepada *server* dan menampilkan informasi yang diperoleh sensor node dari *server* ke dalam *field-field* antarmuka web.

Setelah fungsi-fungsi sudah didefinisikan, perlu dibuatnya rancangan *layout* untuk antarmuka web sistem seperti pada Gambar 5.7. Adapun elemen

yang digambarkan pada rancangan antarmuka pada Gambar 5.7, yang memiliki fungsi pada setiap *field* yaitu:

1. *Field location*, berfungsi untuk mengisikan alamat websocket pada *server*. Contohnya `ws://ipaddress_server: port/`.
2. *Button ON* dan *OFF*, berfungsi untuk membuat dan mengakhiri hubungan dengan *server*.
3. *Field* informasi nilai pH dan suhu 1, digunakan untuk menampilkan nilai pH dan suhu pada air yang dikoleksi oleh sensor node pertama.
4. *Field* notifikasi kondisi air 1, digunakan untuk menampilkan kondisi baik atau buruknya air saat dilakukan pengamatan untuk sensor node pertama.
5. *Field* informasi nilai pH dan suhu 2, digunakan untuk menampilkan nilai pH dan suhu pada air yang dikoleksi oleh sensor node kedua.
6. *Field* notifikasi kondisi air 2, digunakan untuk menampilkan kondisi baik atau buruknya air saat dilakukan pengamatan untuk sensor node kedua.
7. *Field* status *connection*, digunakan untuk menampilkan status *client* jika terhubung maupun terputus pada *server* dengan menampilkan pesan *connected* atau *disconnected*.
8. *Field* waktu pengamatan, digunakan untuk menampilkan waktu kapan informasi nilai pH dan suhu air tersebut didapatkan.

Setelah proses perancangan antarmuka web sistem *client* selesai dilakukan. Adapun proses antarmuka sistem ini bekerja untuk menampilkan semua pesan yang telah dikirimkan oleh *server*. Antarmuka *client* akan berhenti menampilkan dan memperbarui pesan apabila pengguna melakukan pemutusan koneksi terhadap *server*. Setiap perangkat sensor node mendapatkan data baru maka antarmuka web akan melakukan pembaruan pada *field-field* tersebut. Gambar 5.8 menunjukan proses antarmuka web *client* dalam menampilkan semua pesan yang didapatkan dari *server*.



Gambar 0.8 Diagram Alur Perancangan Antarmuka Web Client

Pada Gambar 5.8 diatas menunjukkan proses untuk menampilkan semua pesan yang didapatkan oleh *server* pada sensor node kepada *client*. Pada diagram diatas merupakan penjelasan secara rinciannya dibawah ini.

1. Pengguna memasukkan *ip address* dan port yang dibuat untuk menjalin komunikasi dengan *server* menggunakan websocket untuk pertukaran data.
2. Pengguna menekan tombol "ON" untuk melakukan koneksi terhadap *server*.
3. Jika alamat yang dimasukkan oleh pengguna benar setelah melakukan tombol "ON" pada halaman web akan menampilkan pesan "*Connected*"

pada *field* status untuk menandakan bahwa pengguna terhubung pada *server*. Dan sebaliknya jika alamat yang dimasukan salah maka akan tidak berjalan.

4. *Payload* yang dikirimkan *server* adalah tipe data string yang berupa JSON. Untuk pesan tersebut akan langsung ditampilkan pada *field-field* yang sudah tersedia pada halaman web sistem *client*.
5. Web sistem *client* melakukan pembaruan data terus menerus secara otomatis selama pengguna tidak menekan tombol "OFF" pada halaman web.

5.2 Perancangan Pengujian

Pada perancangan pengujian bertujuan dalam mengetahui seberapa handal sistem yang telah dibangun. Terdapat 4 macam pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini ialah pengujian sensor node, pengujian keseluruhan sistem, pengujian proses transmisi data dan pengujian fungsional web sistem. Secara keseluruhan pada pengujian sistem ini diharapkan akan mampu dapat mempresentasikan kehandalan sistem yang telah dibangun.

5.2.1 Perancangan Pengujian Sensor Node

Pada perancangan pengujian perangkat keras ini berguna untuk memastikan bahwa masing-masing perangkat sensor node yang telah dirancang dapat mendapatkan nilai yang akurat dan presisi dalam mengamati sebuah objek. Mekanisme pengujian perangkat keras yang akan dilakukan dalam pengujian ini adalah membandingkan nilai yang didapatkan dari perangkat sensor node yang dirancang dengan alat ukur yang lain dengan mempunyai fungsi untuk mengamati suatu objek yang sama. Berikut ini adalah tabel uji untuk pengujian perangkat keras sensor node dapat dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 0.5 Tabel Pengujian Sensor Node

No.	Waktu Pengambilan Data	Node	Perangkat Yang Dirancang	Alat ukur yang lain	Error %
1.	07.30 WIB	1			
		2			
2.	11.30 WIB	1			
		2			
3.	15.30 WIB	1			
		2			
4.	19.30 WIB	1			
		2			

5.2.2 Perancangan Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada perancangan pengujian keseluruhan sistem ini berguna untuk mengetahui kinerja keseluruhan sistem dapat berjalan sesuai dengan harapan. Pengujian keseluruhan sistem ini yaitu meliputi menjalankan *server*, *database server*, *web server*, maupun sensor node dapat berjalan sesuai dengan fungsi-fungsi yang telah dijelaskan sebelumnya.

Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan dengan menjalankan kedua *server* dan *database server* pada mikrokomputer Raspberry Pi yang berguna untuk membuat komunikasi websocket antara sensor node dengan *server* maupun *server* dengan *client*. Dalam pengujian ini juga akan menjalankan *web server* yang telah dibuat untuk *client* dapat membuat komunikasi dengan *server* melalui komunikasi websocket untuk mendapatkan informasi nilai pengamatan ph, suhu dan waktu.

5.2.3 Perancangan Pengujian Proses Transmisi Data

Pada perancangan pengujian proses transmisi data dilakukan pengujian komunikasi websocket dalam seberapa cepat sistem dalam melayani *request* dari *client* sampai kembali kepada *client* lagi. Pengujian ini menghitung nilai *Round Trip Time* (RTT) pada sistem, merupakan waktu yang dibutuhkan untuk data berjalan dari sumber kepada tujuan dan kembali lagi kepada sumber.

Pada pengujian ini, parameter yang digunakan meliputi jumlah *request*. Dimana jumlah *request* yang akan digunakan dalam pengujian ini yaitu 50, 100, 150, 200, 250 *request*. Penentuan jumlah *request* pada pengujian ini dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya yang berjudul "*Rancang Bangun Sistem Kontroling dan Monitoring Berbasis Websocket Pada Perangkat Arduino*" yang juga melakukan pengujian *Round Trip Time* (RTT) pada protokol websocket tetapi dengan jumlah *request* yang lebih sedikit dari yang sekarang dilakukan (Deantama, 2016), sehingga dalam pengujian kali ini peneliti mencoba dengan menggunakan jumlah *request* yang lebih banyak dari penelitian sebelumnya.

Dalam penelitian ini proses transmisi data akan dilakukan pada pengimplementasian sistem pengamatan ph dan suhu air. Dan nantinya dari pengujian ini akan dapat diketahui apakah terdapat kecocokan antara kemampuan websocket dalam sistem. Berikut merupakan tabel uji untuk pengujian proses transmisi data yang akan dilakukan ditunjukkan pada tabel berikut.

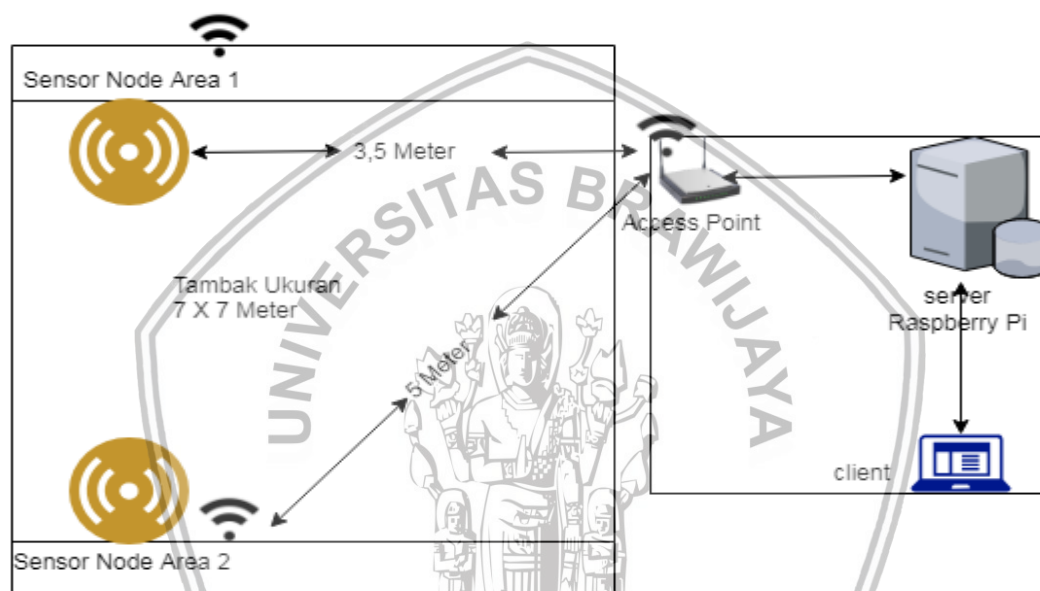
Tabel 0.6 Tabel Pengujian RTT

No.	Jumlah Request	Average RTT /detik
1.	50	
2.	100	
3.	150	

4.	200	
5.	250	

5.2.4 Perancangan Lingkungan Operasi

Pada tahap pengujian lingkungan operasi ini, merupakan perancangan yang akan dilakukan untuk keberhasilan dari sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan. Perancangan lingkungan operasi digunakan untuk mengatur letak atau posisi setiap masing-masing sensor node yang digunakan pada penelitian. Perancangan pengujian lingkungan operasi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 0.9 Rancangan Pengujian Lingkungan Operasi Sistem

5.2.5 Perancangan Pengujian Fungsionalitas Web Sistem

Pada pengujian ini dilakukan untuk memastikan fungsi yang tersedia pada antarmuka web pada *client* dapat berjalan dengan baik. Pengujian ini juga dilakukan untuk setiap fungsi yang sudah dijabarkan pada bab pengimplementasian sebelumnya. Berikut merupakan tabel skenario pengujian yang akan dilakukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 0.7 Skenario Pengujian Pembuatan Koneksi Web Sistem

Fitur	Menghubungkan <i>client</i> ke <i>server</i>
Langkah-langkah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memasukkan <i>ip address server</i> beserta portnya. 2. Pengguna menekan switch "ON".
Hasil yang diharapkan	Web sistem mencetak pesan " <i>Connected</i> " yang menunjukkan pengguna terhubung pada <i>server</i> .

Tabel 0.8 Skenario Pengujian Pemutusan Koneksi Web Sistem

Fitur	Memutuskan hubungan <i>client</i> dari <i>server</i>
Langkah-langkah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memasukan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i>. 2. Pengguna menekan switch "OFF".
Hasil yang diharapkan	Web sistem akan mencetak pesan " <i>Disconnect</i> " yang menunjukan pengguna sudah tidak terhubung dengan <i>server</i> .

Tabel 0.9 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi pH

Fitur	Mencetak informasi pH ke <i>field</i> pH
Langkah-langkah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memasukan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i>. 2. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i>.
Hasil yang diharapkan	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> yang berupa informasi pengamatan nilai pH ke pengguna.

Tabel 0.10 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi Suhu

Fitur	Mencetak informasi suhu ke <i>field</i> suhu
Langkah-langkah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memasukan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i>. 2. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i>.
Hasil yang diharapkan	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> yang berupa informasi pengamatan nilai suhu ke pengguna.

Tabel 0.11 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi Kondisi Air

Fitur	Mencetak informasi kondisi air ke <i>field</i> informasi
Langkah-langkah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memasukan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i>. 2. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i>.
Hasil yang diharapkan	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> pengamatan informasi kondisi air ke pengguna.

Tabel 0.12 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi Waktu Pengamatan

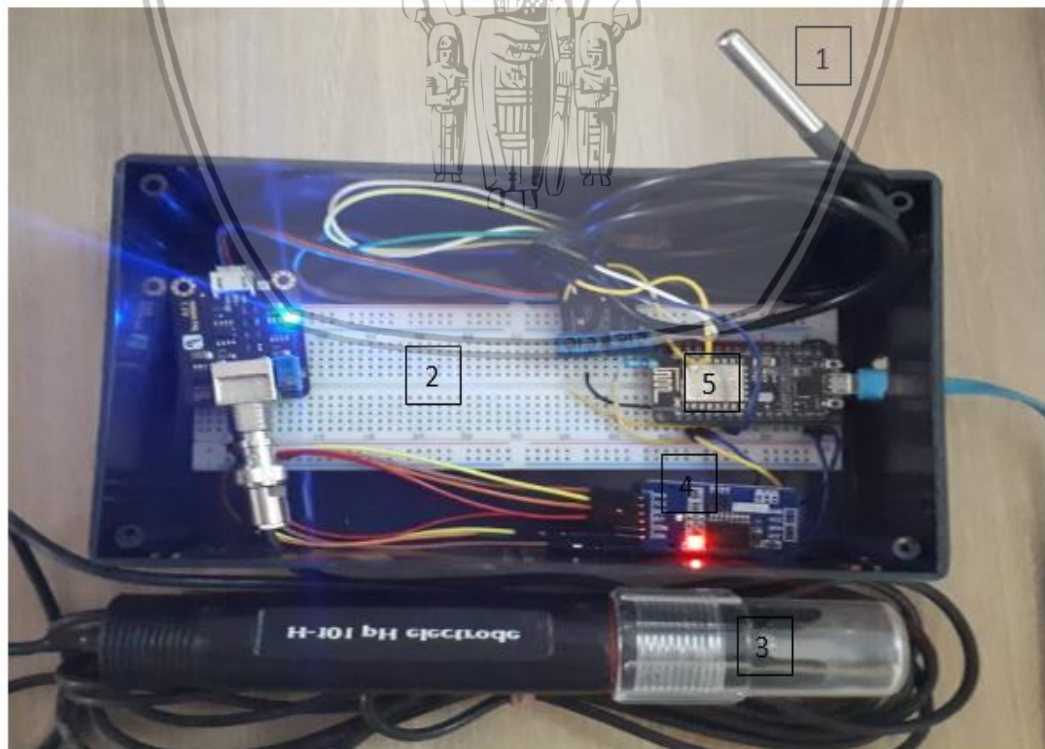
Fitur	Mencetak waktu pengamatan ke <i>field</i> waktu
Langkah-langkah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memasukan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i>. 2. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i>.
Hasil yang diharapkan	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> informasi waktu pengamatan ke pengguna.

5.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem ini dilakukan setelah perancangan keseluruhan sistem telah selesai dilakukan. Tahap implementasi sistem ini meliputi perangkat keras maupun perangkat lunak pada sistem.

5.3.1 Implementasi Perangkat Keras Sensor Node

Dalam implementasi sensor node ini dilakukan dengan merujuk pada perancangan sebelumnya. Implementasi sensor node terdiri dari sensor ph probe, sensor suhu DS18B20 *waterproof*, modul RTC DS3231 yang di integrasikan ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Implementasi sistem yang dilakukan dilihat pada gambar dibawah ini.

**Gambar 0.10 Implementasi Sensor node**

Tabel 0.13 Keterangan Sensor node

No.	Perangkat Keras Sensor node
1.	Sensor DS18B20 <i>Waterproof</i>
2.	Breadboard
3.	Sensor pH Probe H101 Dfrobot
4.	Modul RTC DS3231
5.	Mikrokontroler Nodemcu ESP8266

Gambar diatas menjelaskan implementasi sensor node yang telah dilakukan. Pada implementasi masing-masing sensor dihubungkan ke mikrokontroler menggunakan kabel jumper dan resistor 4.7K Ohm yang dipasang pada VCC dan pin data untuk sensor suhu DS18B20 *waterproof*. Untuk dapat menghidupkan sensor node, pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266 terdapat port USB yang digunakan untuk pembuatan program sensor dan dapat digunakan untuk power menyalakan sensor node dengan muatan listrik 3.3 Volt.

5.3.2 Implementasi Perangkat Lunak Sensor Node

Dalam implementasi program sensor node pada sistem pengamatan pH dan suhu air ini ada 3 sensor yang perlu dilakukan pemrograman dengan menggunakan Bahasa C pada Arduino IDE yaitu sensor pH probe H101 Dfrobot, sensor suhu DS18B20 *waterproof*, dan Modul *Real Time Clock* (RTC) DS3231. Berikut merupakan potongan kode program dari masing-masing sensor tersebut dapat dilihat pada tabel Script 5.2, Script 5.3 dan Script 5.4 dibawah ini.

Script 0.1 Kode Program Sensor Ph Probe

1.	#include <Wire.h>
2.	#define ph A0
3.	
4.	float sensor, voltage, akhir;
5.	
6.	void setup() {
7.	Serial.begin(115200);
8.	}
9.	Sensor = analogread(ph);
10.	voltage = (3.3 / 1023.0) * sensor;
11.	akhir = 3.198 * voltage + 1.6342;
12.	Serial.print("Voltage="); Serial.println(voltage);
13.	Serial.print("PH = "); Serial.println(akhir);
14.	Serial.println("");
15.	
16.	delay(1000);
17.	}

Dari kode program pada Script 5.1 diatas menjelaskan kode untuk mendapatkan nilai pH pada sensor probe 101 Dfrobot. Kode program diatas di program menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C. Kode

program diatas diimplementasikan dengan menggunakan *library* dari sensor probe yaitu *Wire*, dimana *library* tersebut digunakan untuk membaca kondisi ph air pada lingkungan. Dari kode diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

Baris 1	:	Melakukan <i>import library</i> wire.h, proses <i>import</i> dilakukan agar modul sensor ph pada mikrokontroler dapat berfungsi.
Baris 2	:	Mendeklarasikan pin A0 dengan variabel ph
Baris 4	:	Membuat variabel sensor, <i>voltage</i> , akhir yang digunakan untuk sebagai <i>outputan</i> proses perhitungan.
Baris 7	:	Memulai komunikasi serial dengan <i>baudrate</i> 115200.
Baris 9	:	Membaca nilai analog dari sensor dan disimpan pada variabel ph.
Baris 10	:	Mengubah nilai analog ke digital dalam bentuk <i>voltage</i> .
Baris 11	:	Mengubah data <i>voltage</i> menjadi nilai ph yang disimpan dalam variabel akhir.
Baris 12	:	Menampilkan nilai <i>voltage</i> pada serial monitor Arduino.
Baris 13	:	Menampilkan nilai ph pada serial monitor Arduino IDE.
Baris 17	:	Waktu pengambilan data sensor dilakukan setiap 1 detik sekali.

Script 0.2 Kode Program Sensor DS18B20 Waterproof

1.	#include <OneWire.h>
2.	#include <DallasTemperature.h>
3.	#define ONE_WIRE_BUS D4
4.	
5.	OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
6.	DallasTemperature sensors(&oneWire);
7.	
8.	void setup(void){
9.	Serial.begin(115200);
10.	sensors.begin();
11.	}
12.	
13.	void loop(void){
14.	Serial.print(" Requesting temperatures...");
15.	sensors.requestTemperatures();
16.	Serial.println("DONE");
17.	Serial.print("Temperature is: ");
18.	Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
19.	
20.	delay(1000);
21.	}

Dari kode program Script 5.2 diatas menjelaskan kode untuk mendapatkan nilai suhu pada sensor DS18B20 *waterproof*. Kode program diatas diprogram menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C. Kode program diatas diimplementasikan dengan menggunakan *library* dari sensor DS18B20 *waterproof* yaitu *OneWire* dan *DallasTemperature*, dimana *library* tersebut digunakan untuk membaca kondisi suhu air pada lingkungan. Dari kode diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

Baris 1	:	Melakukan <i>import library</i> OneWire.h, proses <i>import</i> dilakukan agar modul sensor DS18B20 <i>waterproof</i> pada mikrokontroler dapat berfungsi.
Baris 2	:	Melakukan <i>import library</i> DallasTemperature.h, proses <i>import</i> dilakukan agar modul sensor DS18B20 <i>waterproof</i> pada mikrokontroler dapat berfungsi.
Baris 3	:	Mendeklarasikan pin D4 dengan variabel <i>ONE_WIRE_BUS</i>
Baris 5	:	Membuat variabel <i>oneWire</i> untuk digunakan menyimpan <i>output</i> nilai dari <i>ONE_WIRE_BUS</i> .
Baris 6	:	Membuat variabel <i>sensors</i> untuk digunakan menyimpan <i>output</i> nilai dari <i>&oneWire</i> .
Baris 9-10	:	Memulai komunikasi serial dengan <i>baudrate</i> 115200.
Baris 15	:	Membaca nilai suhu dari sensor dan disimpan pada variabel <i>sensors</i> .
Baris 18	:	Menampilkan nilai sensor pada serial monitor Arduino IDE.
Baris 20	:	Waktu pengambilan data sensor dilakukan pada setiap 1 detik sekali.

Script 0.3 Kode Program Modul RTC DS3231

1.	#include <DS3231.h>
2.	RtcDS3231<TwoWire> Rtc(Wire);
3.	
4.	void setup(){
5.	Serial.begin(115200);
6.	rtc.begin();
7.	}
8.	
9.	RtcDateTime compiled = RtcDateTime(__DATE__, __TIME__);
10.	if (!Rtc.IsDateTimeValid())
11.	{
12.	Serial.println("RTC lost confidence in the DateTime!");
13.	Rtc.SetDateTime(compiled);
14.	}
15.	
16.	RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();

```

17.   Rtc.Enable32kHzPin(false);
18.   Rtc.SetSquareWavePin(DS3231SquareWavePin_ModeNone);
19.
20.   waktu = String("") + now.Year() + "/" + now.Month() + "/" +
21.   now.Day() + " " + now.Hour() + ":" + now.Minute() + ":" +
22.   now.Second();
23.
24.   delay (1000);
25. }

```

Dari kode program Script 5.3 diatas menjelaskan kode untuk mendapatkan waktu nilai ph dan suhu kapan didapatkan pada sensor ph dan suhu. Kode program diatas diprogram menggunakan Arduino IDE dengan Bahasa pemrograman C. Kode program diatas diimplementasikan dengan menggunakan *library* dari modul DS3231, dimana *library* tersebut digunakan untuk mendapatkan waktu pengamatan pada perangkat sensor ph probe 101 dfrobot dan sensor DS18B20 *waterproof*. Dari kode diatas dapat dijelaskan:

Baris 1	:	Melakukan <i>import library</i> DS3231.h, proses <i>import</i> dilakukan agar modul RTC DS3231 pada mikrokontroler dapat berfungsi.
Baris 2	:	Inisialisasi penggunaan i2c untuk data sensor.
Baris 5-6	:	Memulai komunikasi serial dengan <i>baudrate</i> 115200.
Baris 9-13	:	Pengkondisian pengecekan kondisi sensor, pertama perangkat sensor sudah dalam keadaan <i>sensing</i> dan perangkat belum berjalan dan yang kedua keadaan baterai pada perangkat sensor hampir habis atau bahkan hilang.
Baris 16-18	:	Membaca nilai waktu pada sensor dan disimpan pada variabel <i>now</i> .
Baris 20-22	:	Menampilkan nilai dari pembacaan sensor, dimulai dari tahun, bulan, hari, jam, menit dan detik.
Baris 24	:	Waktu pengambilan data sensor dilakukan pada setiap 1 detik sekali.

5.3.3 Implementasi Perangkat Keras Server

Pada implementasi perangkat keras pada sisi *server* menggunakan mikrokomputer Raspberry Pi v2 tipe B yang digunakan untuk implementasi websocket *server* dan sebagai tempat penyimpanan data *live* sementara hasil koleksi yang dilakukan oleh perangkat sensor node. Berikut merupakan implementasi perangkat keras pada *server*.



Gambar 0.11 Implementasi Perangkat Keras Server

Gambar 5.11 diatas merupakan implementasi perangkat keras pada sisi *server* sistem. Dimana perangkat keras pada sisi *server* dilengkapi dengan *wireless adapter* untuk menangkap sinyal jaringan Wi-Fi pada *access point* dan kabel data USB yang digunakan sebagai power dari Raspberry Pi.

5.3.4 Implementasi Perangkat Lunak Server

Dalam implementasi sistem pada perangkat lunak *server* ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu implementasi database redis dan implementasi *server* yang digunakan untuk menjembatani kinerja antara perangkat sensor node dan *client*.

5.3.4.1 Implementasi Perangkat Lunak Database Redis

Dalam implementasi database yang digunakan untuk menyimpan data hasil pengamatan ini menggunakan database redis Berikut merupakan perintah yang perlu dijalankan agar aplikasi Redis terpasang pada *server* Raspberry Pi dapat dilihat pada Script 5.4.

Script 0.4 Instalasi Database Redis

1.	<code>\$ sudo apt-get install update</code>
2.	<code>\$ sudo apt-get install upgrade</code>
3.	<code>\$ sudo apt-get install Redis-server</code>

Untuk membuat media penyimpanan dalam sistem pengamatan kadar ph, suhu dan waktu pengambilan data tersebut di dapatkan ke dalam database redis, dibuatlah script menggunakan bahasa Python. Berikut merupakan kode untuk implementasi database redis pada *server* ditunjukkan pada script berikut.

Script 0.5 Kode Program Implementasi Database Redis

1.	<code>import redis</code>
2.	
3.	<code>source = ""</code>

4.	<code>redis_host = "127.0.0.1"</code>
5.	<code>redis_port = 6379</code>
6.	<code>redis_password = ""</code>
7.	
8.	<code>r = redis.StrictRedis(host=redis_host, port=redis_port,</code>
9.	<code>password=redis_password, decode_responses=True)</code>
10.	<code>r.set(source[0][:1], self.data)</code>

Dari Script 5.5 diatas merupakan potongan kode program yang digunakan untuk melakukan implementasi database redis pada *server*. Berikut merupakan penjelasan dari kode program Script 5.5.

Baris 1	:	Melakukan <i>import library</i> redis, proses <i>import</i> dilakukan agar semua fungsi bawahan pada redis dapat berjalan.
Baris 3-6	:	Inisialisasi <i>redis host</i> dan <i>port</i> pada redis yang digunakan untuk membuat hubungan komunikasi pada database redis yang telah dikonfigurasi sebelumnya.
Baris 8-10	:	Mendeklarasikan variabel <i>r</i> yang digunakan untuk menyimpan semua data dari perangkat sensor yang berupa nilai <i>ph</i> , suhu, dan waktu pengambilan data kedalam database redis.

5.3.4.2 Implementasi Perangkat Lunak Program Server

Implementasi sistem pada sisi *server* dilakukan pada mikrokomputer Raspberry Pi yang berbasis Linux. Pada implementasi *server*, kode program dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python. Implementasi *server* ini berfungsi untuk menerima data *ph*, suhu dan waktu hasil pengamatan dari perangkat sensor node dan menyimpannya ke dalam database Redis. Dan fungsi yang kedua adalah mengolah data *ph*, suhu dan waktu hasil pengamatan yang tersimpan dalam database Redis untuk dikirimkan kepada *client*. Berikut merupakan kode program untuk *server* ditunjukkan pada tabel Script 5.6 berikut.

Script 0.6 Kode Program Server dengan Sensor Node

1.	<code>from SimpleWebSocketServer import SimpleWebSocketServer,</code>
2.	<code>WebSocket</code>
3.	<code>import redis</code>
4.	
5.	<code>source = ""</code>
6.	<code>redis_host = "127.0.0.1"</code>
7.	<code>redis_port = 6379</code>
8.	<code>redis_password = ""</code>
9.	
10.	<code>class SimpleEcho(WebSocket):</code>
11.	
12.	<code>def handleMessage(self):</code>
13.	<code>self.sendMessage(self.data)</code>
14.	<code>source = self.data</code>
15.	

```

16.         try:
17.             r      =      redis.StrictRedis(host=redis_host,
18. port=redis_port,                                password=redis_password,
19. decode_responses=True)
20.             r.set(source[0][:1], self.data)
21.             print(self.data)
22.
23.         except Exception as e:
24.             print(e)
25.
26.     def handleConnected(self):
27.         print(self.address, 'connected')
28.
29.     def handleClose(self):
30.         print(self.address, 'closed')
31.
32.
33. server = SimpleWebSocketServer('', 9994, SimpleEcho)
34. server.serveforever()

```

Dari Script 5.6 diatas menjelaskan kode yang terdapat pada *server* untuk mendapatkan nilai *ph*, suhu, dan waktu hasil pengamatan yang dilakukan oleh sensor node. Berikut merupakan penjelasan dari kode program dari Script 5.6 dibawah ini.

Baris 1-2	:	Melakukan <i>import library</i> <i>websocket</i> pada <i>server</i> , yang digunakan agar sensor node dapat berkomunikasi menggunakan <i>websocket</i> dengan <i>server</i> .
Baris 3	:	Melakukan <i>import library</i> <i>redis</i> , yang digunakan untuk menjalankan semua fungsi bawahannya.
Baris 5-8	:	Inisialisasi <i>redis host</i> dan <i>port</i> pada <i>redis</i> yang digunakan untuk membuat hubungan komunikasi pada database <i>redis</i> yang telah dikonfigurasi sebelumnya.
Baris 10	:	Membuat kelas baru yaitu <i>SimpleEcho</i> yang digunakan untuk meyimpan nilai dari <i>websocket</i> .
Baris 12-24	:	Fungsi yang digunakan untuk menerima masukan data yang didapat dari perangkat sensor dan disimpan kedalam database <i>redis</i> . Data yang disimpan pada database sesuai dengan apa yang ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE.
Baris 26-27	:	Fungsi pada <i>server</i> yang digunakan untuk menampilkan log pesan <i>server</i> bila terdapat <i>client</i> yang terhubung dengan <i>server</i> .
Baris 29-30	:	Fungsi pada <i>server</i> yang digunakan untuk menampilkan log pesan <i>server</i> bila terdapat <i>client</i> yang terputus dengan <i>server</i> .

Baris 33-34	:	Membuat variabel baru yaitu <i>server</i> , yang digunakan untuk pembuatan komunikasi websocket antara <i>server</i> dengan sensor node, dimana untuk dapat terhubung pada <i>server</i> , <i>client</i> harus mengetikkan alamat <i>ip address</i> beserta port yang sudah dideklarasikan pada sisi <i>server</i> .
-------------	---	--

Setelah melakukan implementasi perangkat lunak pada *server* yang berfungsi untuk menerima dan menyimpan data hasil pengamatan sensor node, selanjutnya adalah mengimplementasikan *server* yang berfungsi untuk dapat menerima *request* dan mengirimkan data kepada *client*. Berikut merupakan kode program untuk komunikasi antara *server* dengan *client* ditunjukkan oleh Script 5.7 berikut.

Script 0.7 Kode Program Server dengan Client

```

1. import time
2. import random
3. import json
4. import datetime
5. import redis
6. from tornado import websocket, web, ioloop
7. from datetime import timedelta
8. from random import randint
9.
10. redis_host = "127.0.0.1"
11. redis_port = 6379
12. redis_password = ""
13.
14. class WebSocketHandler(websocket.WebSocketHandler):
15.
16.     def check_origin(self, origin):
17.         return True
18.
19.     def open(self):
20.         print 'Connection established.'
21.         ioloop.IOLoop.instance().add_timeout(datetime.
22.             timedelta(seconds=3), self.send_data)
23.
24.     def on_close(self):
25.         print 'Connection closed.'
26.
27.     def send_data(self):
28.         print "Sending Data"
29.
30.         try:
31.             r = redis.StrictRedis(host=redis_host,
32. port=redis_port, password=redis_password,
33. decode_responses=True)
34.             msg1 = r.get("1")
35.             msg2 = r.get("2")
36.
37.             ph = msg1[6:10]
38.             suhu = msg1[17:21]

```

```

39.         waktu = msg1[30:]
40.         ph2 = msg2[6:10]
41.         suhu2 = msg2[17:24]
42.         waktu2 = msg2[32:]
43.
44.         point_data = {
45.             'ph1': ph,
46.             'suhu1' : suhu,
47.             'waktu1': waktu,
48.             'ph2': ph2,
49.             'suhu2' : suhu2,
50.             'waktu2': waktu2,
51.         }
52.
53.         print point_data
54.
55.         self.write_message(json.dumps(point_data))
56.
57.     except Exception as e:
58.         print(e)
59.
60.     ioloop.IOLoop.instance().add_timeout(datetime.timedelta(sec
61. onds=1), self.send_data)
62.
63. if __name__ == "__main__":
64.
65.     print "Starting websocket server program. Awaiting client
66. requests to open websocket ..."
67.     application = web.Application([(r'/', WebSocketHandler)])
68.     application.listen(8002)
69.     ioloop.IOLoop.instance().start()

```

Dari *Script 5.7* diatas menjelaskan kode program pada *server* untuk melakukan koneksi dan *request* yang dilakukan oleh *client* dalam mendapatkan informasi nilai ph, suhu dan waktu yang tersimpan dalama database redis. Berikut merupakan penjelasan dari kode program dari *Script 5.7* dibawah ini.

Baris 1	:	Melakukan <i>import library time</i> .
Baris 2	:	Melakukan <i>import library random</i> .
Baris 3	:	Melakukan <i>import library JSON</i> .
Baris 4	:	Melakukan <i>import library datetime</i> .
Baris 5	:	Melakukan <i>import library redis</i> .
Baris 6	:	Melakukan <i>import library websocket, web, ioloop</i> dari perpustakaan tornado.
Baris 7	:	Melakukan <i>import library timedelta</i> dari perpustakaan datetime.

Baris 8	:	Melakukan <i>import library</i> randint dari perpustakaan <i>random</i> .
Baris 10-12	:	Inisialisasi <i>redis host</i> dan <i>port</i> pada redis yang digunakan untuk membuat hubungan komunikasi pada database redis yang telah dikonfigurasi sebelumnya.
Baris 14	:	Membuat kelas baru <i>WebsocketHandler</i> yang digunakan untuk menyimpan nilai dari <i>websocket.WebSocketHandler</i> dan menangani pesan dari <i>client</i> yang akan terhubung.
Baris 16-17	:	Fungsi pada <i>server</i> yang digunakan untuk menangani perizinan setiap ada pesan masuk yang dilakukan oleh <i>client</i> saat pertama melakukan hubungan komunikasi dengan <i>server</i> .
Baris 19-22	:	Fungsi yang digunakan untuk mengirim data saat komunikasi sudah terbuka antara <i>server</i> dengan <i>client</i> dan fungsi <i>ioloop</i> untuk menunggu selama 3 detik sebelum memulai mengirimkan data.
Baris 24-25	:	Fungsi pada <i>server</i> yang digunakan untuk menampilkan log pesan <i>server</i> bila terdapat <i>client</i> yang terputus dengan <i>server</i> .
Baris 27-28	:	Fungsi pada <i>server</i> yang digunakan untuk mengirimkan data pada <i>client</i> jika sudah menjalin komunikasi dan terhubung pada <i>server</i> .
Baris 30-42	:	Digunakan untuk mengambil data yang tersimpan pada database redis dan mengubah panjang pesan yang akan dikirimkan.
Baris 44-50	:	Membuat variabel baru yaitu <i>ph1</i> , <i>suhu1</i> , <i>waktu1</i> , <i>ph2</i> , <i>suhu2</i> dan <i>waktu2</i> yang digunakan untuk menyimpan nilai dari hasil pengolahan data yang didapatkan dari database redis.
Baris 53	:	Mencetak nilai dari data point.
Baris 55	:	Melakukan penulisan atau mencetak nilai data point dari <i>object JSON</i> kedalam websocket.
Baris 60-61	:	fungsi <i>ioloop</i> yang digunakan untuk menunggu selama 3 detik sebelum memulai mengirimkan data.
Baris 63-69	:	Membuat aplikasi web baru dengan endpoint websocket tersedia di <i>/websocket</i> dan menjalankan <i>server</i> websocket.

5.3.4.3 Implementasi Antarmuka Web Sistem

Dalam implementasi antarmuka web sistem, yang berfungsi untuk pengguna dapat melakukan pengamatan untuk sensor node melalui komunikasi websocket diprogram menggunakan bahasa pemrograman HTML yang digunakan untuk membuat *layout* atau tampilan pada antarmuka web sistem dan Javascript digunakan untuk membuat komunikasi websocket antara *server* dengan *client* yang dapat diakses oleh pengguna melalui web *browser*. Berikut merupakan *layout* atau tampilan untuk antarmuka web sitem ditunjukan pada gambar dibawah ini.



Gambar 0.12 Implementasi Antarmuka Web Sistem Monitoring

Pada Gambar 5.12 diatas merupakan tampilan halaman antarmuka web sistem yang digunakan oleh pengguna untuk menjalankan sistem monitoring ph dan suhu air. Berikut merupakan penjelasan untuk setiap *field* yang ada pada halaman antarmuka web sistem sebagai berikut.

No.	Field	Kegunaan
1.	<i>Address/location</i>	Berfungsi untuk pengguna memasukan alamat <i>server</i> beserta portnya untuk dapat berkomunikasi dengan <i>server</i> menggunakan websocket.
2.	<i>Switch ON/OFF</i>	Berfungsi untuk membuat hubungan komunikasi websocket dengan alamat beserta portnya yang sudah dimasukan pada <i>field address</i> sebelumnya dalam pertukaran data pengamatan.
3.	Informasi nilai ph 1	Berfungsi untuk menampilkan informasi nilai ph air yang didapatkan dari <i>server</i> pada perangkat sensor Ph Probe H101 Dfrobot yang pertama.

4.	Informasi nilai suhu 1	Digunakan untuk menampilkan informasi nilai suhu air yang didapatkan dari <i>server</i> pada perangkat sensor DS18B20 <i>waterproof</i> yang pertama.
5.	Informasi nilai ph 2	Berfungsi untuk menampilkan informasi nilai ph air yang didapatkan dari <i>server</i> pada perangkat sensor Ph Probe H101 Dfrobot yang kedua.
6.	Informasi nilai suhu 2	Digunakan untuk menampilkan informasi nilai suhu air yang didapatkan dari <i>server</i> pada perangkat sensor DS18B20 <i>waterproof</i> yang kedua.
7.	Informasi kondisi air 1	Digunakan untuk menampilkan informasi kondisi air sesuai dengan nilai ph dan suhu yang di dapatkan pada pengamatan yang telah dilakukan untuk area sensor node pertama.
8.	Informasi kondisi air 2	Digunakan untuk menampilkan informasi kondisi air sesuai dengan nilai ph dan suhu yang di dapatkan pada pengamatan yang telah dilakukan untuk area sensor node kedua.
9.	Waktu	Digunakan untuk menampilkan data waktu pengamatan ph dan suhu dilakukan dan didapatkan.
10.	Status	Digunakan untuk menampilkan status <i>client</i> jika terhubung maupun terputus pada <i>server</i> .

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam bab pengujian dan analisis ini menjelaskan bagaimana proses tahap pengujian dan hasil analisis dari pengujian sistem monitoring menggunakan protokol websocket yang selesai dibuat. Pengujian ini dilaksanakan untuk dapat memberikan jawaban apakah websocket yang telah dikembangkan untuk sistem monitoring dapat menyelesaikan permasalahan yang dijelaskan pada pendahuluan ataupun pada rumusan masalah.

6.1 Pengujian Sensor Node

Tahap pada pengujian sensor node ini dilakukan dengan menjalankan program sistem yang berfungsi untuk mendapatkan informasi nilai ph dan suhu air saat melakukan pengamatan. Pengujian perangkat keras ini terbagi menjadi dua yaitu, pengujian sensor ph probe H101 Dfrobot dan sensor suhu DS18B20 *waterproof*. Adapun beberapa tahapan pengujian sensor node ini meliputi tujuan, prosedur serta hasil dan analisis terhadap pengujian.

6.1.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian sistem pada sensor node ini dilakukan untuk mengetahui dan mendapatkan nilai yang akurat dalam mengkoleksi data nilai ph dan suhu air pada masing-masing sensor yang telah dibuat atau dirancang.

6.1.2 Prosedur Pengujian

Ada beberapa langkah-langkah untuk melakukan pengujian sensor node yang akan dijelaskan dibawah ini.

1. *Server* akan dijalankan melalui sebuah terminal, pada saat *server* berjalan kondisi sensor node harus dalam keadaan menyala dan semua rangkaian terpasang dengan benar.
2. Melakukan *request* kepada *server* melalui komputer *client* menggunakan *browser* untuk mendapatkan informasi nilai ph dan suhu air.
3. Melakukan perbandingan hasil informasi nilai pengamatan yang didapatkan oleh program sistem dengan alat ukur yang lain.

6.1.3 Hasil Pengujian

Pengujian perangkat keras sensor node dilakukan pada pengimplementasian pengamatan ph dan suhu pada air. Dalam pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai yang akurat dalam mengkoleksi data pada masing-masing sensor yang telah dibuat. Pengujian perangkat keras ini terbagi menjadi dua yaitu, pengujian sensor ph dan sensor suhu. Proses pengujian perangkat keras ini dilakukan dengan membandingkan setiap sensor dengan alat ukur yang lainnya.

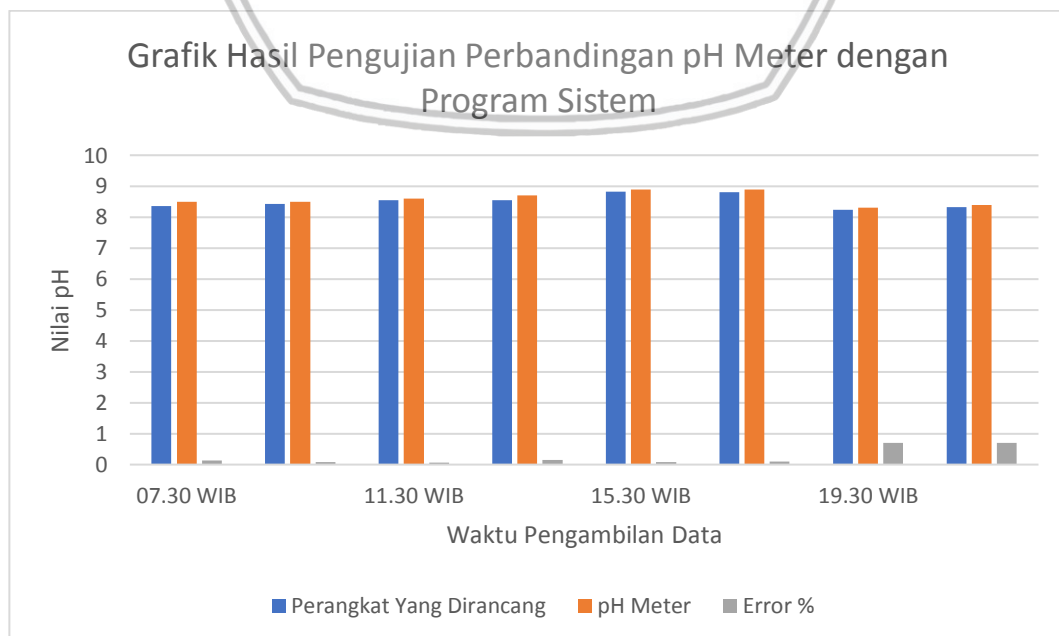
1. Pengujian Sensor pH probe H101 Dfrobot

Pengujian perangkat sensor node yang pertama adalah pengujian sensor ph probe H101 Dfrobot yang berfungsi dalam mengkoleksi data ph pada air. Proses pengujian ini dilaksanakan dengan mencari selisih nilai pengamatan yang didapat dari sensor yang telah dibuat dengan alat ukur pH yang lainnya, untuk mendapatkan nilai yang akurat dan sesuai yang diharapkan. Hasil dari pengujian perangkat keras sensor node yang pertama ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 0.1 Data Hasil Pengujian Sensor pH Probe H101 Dfrobot

No.	Waktu Pengambilan Data	Node	Perangkat Yang Dirancang	pH Meter	Error %
1.	07.30 WIB	1	8,36	8,5	0,14
		2	8,42	8,5	0,08
2	11.30 WIB	1	8,54	8,6	0,06
		2	8,55	8,7	0,15
3	15.30 WIB	1	8,82	8,9	0,08
		2	8,80	8,9	0,1
4.	19.30 WIB	1	8,23	8,3	0,07
		2	8,33	8,4	0,07
Rata-rata error					0,09

Dari data tabel diatas yang telah didapatkan dari pengujian, hasil dari pengujian perangkat keras dengan membandingkan nilai sensor pH probe H101 Dfrobot yang telah dirancang dan menggunakan pH meter atau alat ukur pH yang lain dapat direpresentasikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 0.1 Grafik Data Hasil Pengujian Perbandingan pH Meter dengan Program Sistem

Dilihat pada Gambar 6.1 diatas, menunjukan grafik perbandingan nilai pengamatan pH pada air yang dilakukan menggunakan program sistem dengan alat ukur pH lainnya. Dimana nilai yang didapatkan menggunakan program sistem yang dirancang mempunyai nilai yang tidak jauh berbeda dengan menggunakan alat ukur pH meter. Program sistem sensor pH probe H101 Dfrobot memerlukan waktu sekitar 30 menit untuk dapat membaca nilai dari pH air sampai stabil, jika terjadi perubahan pH air secara drastis. Dari gambar grafik hasil pengujian tersebut, nilai rata-rata hasil kalibrasi sensor pada program sistem dengan alat ukur pH meter memiliki tingkat akurasi atau ketelitian sensor 99 % atau *error rate* kurang dari 1 %.

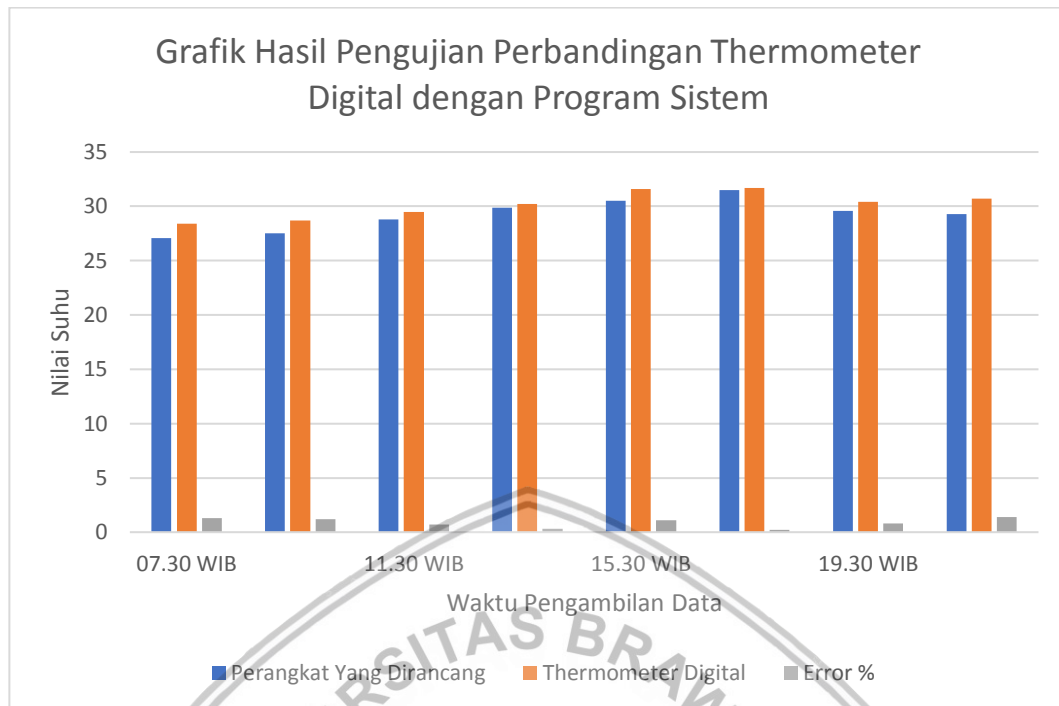
2. Pengujian Sensor Suhu DSB1820 *Waterproof*

Pengujian perangkat keras yang kedua adalah pengujian sensor suhu DS18B20 *waterproof* yang berfungsi dalam mengkoleksi data suhu pada air. Proses pengujian ini dilaksanakan dengan mencari nilai selisih pengamatan yang didapat dari sensor program sistem yang telah dibuat dengan alat ukur suhu lainnya, untuk mendapatkan nilai yang akurat dan sesuai yang diharapkan. Berikut ini merupakan tabel hasil dari pengujian sensor suhu program sistem dengan alat ukur suhu lainnya.

Tabel 0.2 Data Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

No.	Waktu Pengambilan Data	Node	Perangkat Yang Dirancang	Thermometer Digital	Error %
1.	07.30 WIB	1	27,1	28,4	1,3
		2	27,5	28,7	1,2
2	11.30 WIB	1	28,8	29,5	0,7
		2	29,9	30,2	0,3
3	15.30 WIB	1	30,5	31,6	1,1
		2	31,5	31,7	0,2
4.	19.30 WIB	1	29,6	30,4	0,8
		2	29,3	30,7	1,4
Rata-rata error					0,9

Dari data tabel diatas yang telah didapatkan dari pengujian, hasil dari pengujian perangkat keras dengan membandingkan nilai sensor suhu DS18B20 *waterproof* yang telah dirancang dan menggunakan thermometer digital atau alat ukur suhu yang lain dapat direpresentasikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 6.2.

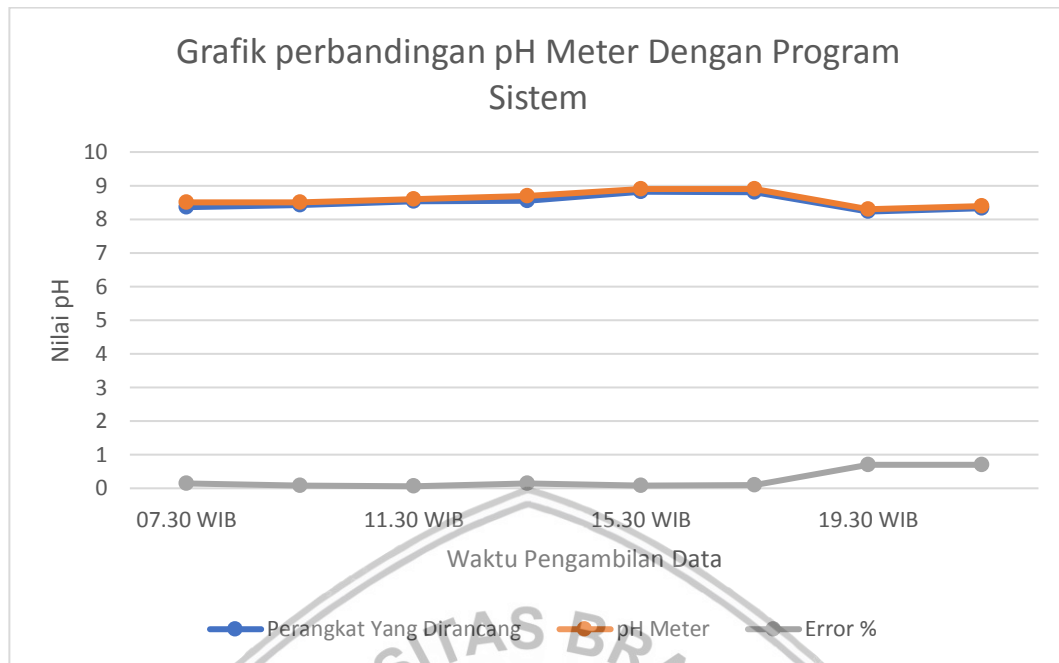


Gambar 0.2 Grafik Data Hasil Pengujian Perbandingan Thermometer Digital Dengan Program Sistem

Dilihat pada Gambar 6.2 diatas, menunjukan grafik perbandingan nilai pengamatan suhu pada air yang dilakukan menggunakan program sistem dengan alat ukur suhu lainnya. Dimana nilai yang didapatkan menggunakan program sistem mempunyai nilai yang tidak jauh berbeda dengan menggunakan alat ukur suhu thermometer digital. Program sistem sensor suhu DS18B20 *waterproof* memerlukan waktu sekitar 30 menit untuk dapat membaca nilai dari suhu air sampai stabil, jika terjadi perubahan suhu air secara drastis. Dari gambar grafik hasil pengujian tersebut, nilai rata-rata hasil kalibrasi sensor pada program sistem dengan alat ukur thermometer digital memiliki tingkat akurasi atau ketelitian sensor 99 % atau *error rate* kurang dari 1 %.

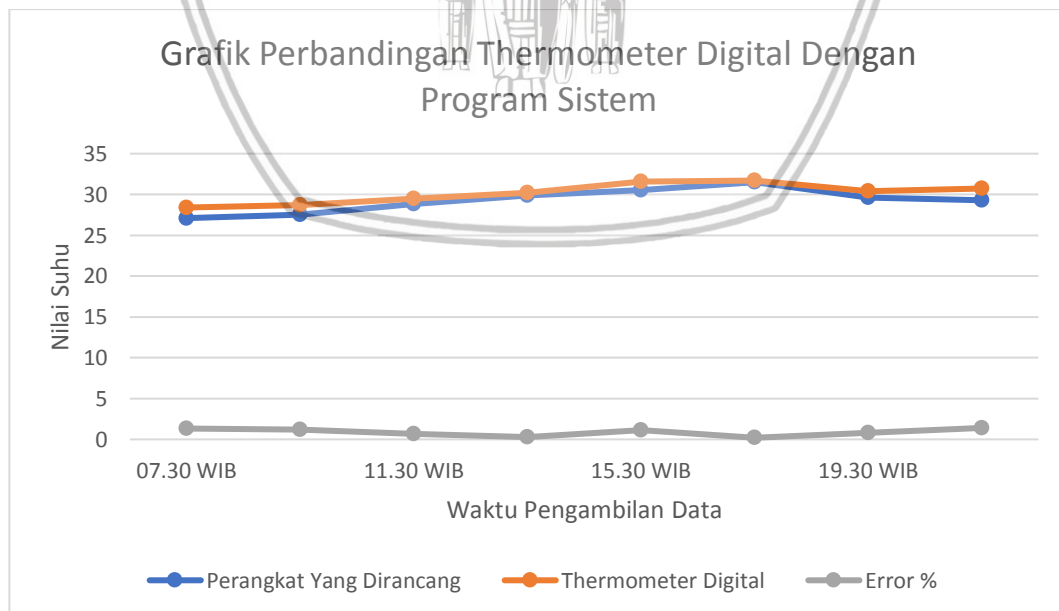
6.1.4 Analisis Pengujian

Setelah dilakukan pengujian, akan dibuat analisis pada hasil pengujian yang telah selesai dilakukan. Program sistem pada sensor node yang telah dibuat secara keseluruhan mampu berjalan sesuai yang diharapkan sebelumnya. Berikut hasil dari pengujian perangkat dapat dilihat pada grafik garis dibawah ini.



Gambar 0.3 Grafik Perbandingan pH Meter Dengan Program Sistem

Gambar 6.3 diatas menunjukan grafik garis tentang hasil perbandingan antara pengukuran pH air menggunakan alat yang telah dirancang dengan pH meter digital. Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran dari kedua alat tersebut mempunyai nilai yang hampir sama dengan rata-rata persentase *error* dari kedua alat tersebut sebesar 0,09% dari 8 kali percobaan dengan mengambil sampel setiap sensor node dengan rentang waktu 4 jam setiap percobaan yaitu pagi, siang, sore dan malam hari.



Gambar 0.4 Grafik Perbandingan Thermometer Digital dengan Program Sistem

Gambar 6.4 diatas menjelaskan grafik garis tentang hasil perbandingan antara pengukuran suhu air menggunakan alat yang telah dirancang dengan Thermometer digital. Dari grafik diatas dapat menunjukan garis yang presisi dari hasil pengukuran suhu air dari kedua alat tersebut. Disini dapat disimpulkan bahwa nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran dari kedua alat yaitu mempunyai nilai yang hampir sama dengan rata-rata persentase *error* dari kedua alat tersebut sebesar 0,9% dari 8 kali percobaan dengan mengambil sampel setiap sensor node dengan rentang waktu 4 jam setiap percobaan yaitu waktu pagi, siang, sore dan malam hari.

Dari hasil kedua pengukuran diatas, dapat diketahui nilai akurasi pengukuran pada alat yang dirancang dengan alat pengukuran lainnya sudah sesuai yang diharapkan yaitu mampu mengkoleksi data ph dan suhu air sangat akurat dengan memiliki tingkat *error* pada masing-masing sensor kurang dari 1 %, yaitu dengan tingkat ketelitian atau keakuratan 99 %. Dan pada hasil pengujian ini bisa disimpulkan dalam pengukuran ph dan suhu pada air juga dapat dipengaruhi beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya *error*, diantaranya kualitas dari tiap-tiap komponen yang digunakan pada sistem. Selain itu juga tegangan tiap masing-masing komponen yang digunakan tidak stabil.

6.2 Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah melakukan pengujian sensor node, peneliti melakukan pengujian pada keseluruhan program yang ada pada sistem. Tahap pengujian dilaksanakan dari menjalankan kedua *server* yang digunakan untuk menerima dan menyimpan data dari sensor node kedalam database maupun *server* yang digunakan untuk menjalin komunikasi dengan pengguna untuk dapat mendapatkan hasil informasi pengamatan yang didapatkan dari sensor node. Ada beberapa tahapan untuk pengujian sistem secara keseluruhan ini adalah tujuan, prosedur, serta hasil dan analisis terhadap pengujian.

6.2.1 Tujuan Pengujian

Tujuan yang diharapkan untuk pengujian sistem secara keseluruhan ini untuk mengetahui kinerja sistem yang dibuat dapat melakukan fungsi seperti yang diharapkan untuk sistem pengamatan. Pada pengujian ini diharapkan dapat mengetahui penyebab yang menjadikan program pada sistem tidak bekerja dengan benar atau tidak sesuai harapan.

6.2.2 Prosedur Pengujian

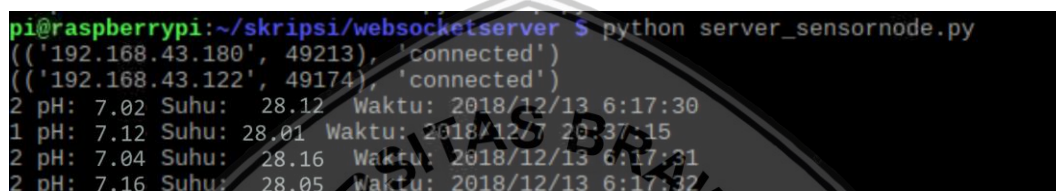
Adapun beberapa prosedur yang akan dilaksanakan untuk melakukan pengujian sistem secara keseluruhan ini. Berikut merupakan prosedur yang akan dijelaskan dibawah ini.

1. Menjalankan *server* beserta database redis pada terminal Raspberry pi.

2. Menjalankan sensor node dan pastikan sensor node sebelum dijalankan rangkaian sensor sudah terpasang dengan benar.
3. Melakukan *request* dari komputer *client* melalui *browser* untuk mendapatkan informasi nilai ph dan suhu dengan mengakses web *server* sistem.

6.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Pengujian secara keseluruhan sistem, dapat dilaksanakan dengan menjalankan keseluruhan program sistem secara bersama-sama untuk menjadi satu kesatuan sistem kerja. Pengujian sistem dimulai dengan menjalankan program *server* sensor node dan *server* pengguna melalui terminal Raspberry Pi. Berikut merupakan tampilan output ketika *server* berhasil dijalankan ditunjukkan pada gambar berikut.



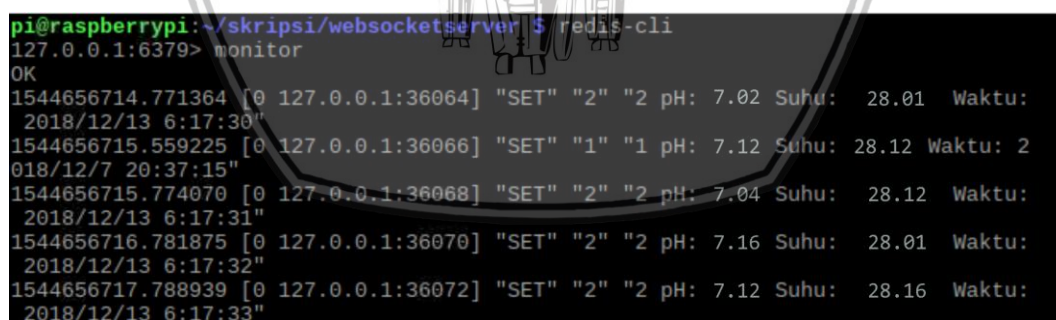
```

pi@raspberrypi:~/skripsi/websocketserver $ python server_sensornode.py
(('192.168.43.180', 49213), 'connected')
(('192.168.43.122', 49174), 'connected')
2 pH: 7.02 Suhu: 28.12 Waktu: 2018/12/13 6:17:30
1 pH: 7.12 Suhu: 28.01 Waktu: 2018/12/7 20:37:15
2 pH: 7.04 Suhu: 28.16 Waktu: 2018/12/13 6:17:31
2 pH: 7.16 Suhu: 28.05 Waktu: 2018/12/13 6:17:32

```

Gambar 0.5 Websocket Server Sensor Node Berhasil Dijalankan

Pada Gambar 6.5 diatas merupakan *server* yang digunakan untuk mengkoleksi data ph, suhu dan waktu yang dilakukan oleh sensor node, adapun fungsi *server* sensor node yaitu menyimpan semua hasil data yang didapatkan ke dalam database redis. Sebelum menjalankan *server* dan database redis, kondisi sensor node pastikan dalam posisi hidup atau berjalan. Berikut merupakan tampilan output ketika database redis menyimpan hasil pengamatan sensor node ditunjukkan gambar dibawah ini.



```

pi@raspberrypi:~/skripsi/websocketserver $ redis-cli
127.0.0.1:6379> monitor
OK
1544656714.771364 [0 127.0.0.1:36064] "SET" "2" "2 pH: 7.02 Suhu: 28.01 Waktu: 2018/12/13 6:17:30"
1544656715.559225 [0 127.0.0.1:36066] "SET" "1" "1 pH: 7.12 Suhu: 28.12 Waktu: 2018/12/7 20:37:15"
1544656715.774070 [0 127.0.0.1:36068] "SET" "2" "2 pH: 7.04 Suhu: 28.12 Waktu: 2018/12/13 6:17:31"
1544656716.781875 [0 127.0.0.1:36070] "SET" "2" "2 pH: 7.16 Suhu: 28.01 Waktu: 2018/12/13 6:17:32"
1544656717.788939 [0 127.0.0.1:36072] "SET" "2" "2 pH: 7.12 Suhu: 28.16 Waktu: 2018/12/13 6:17:33"

```

Gambar 0.6 Database Redis Berhasil Dijalankan

Pada gambar 6.6 diatas menunjukkan dimana nilai ph, suhu dan waktu yang diperoleh dari perangkat sensor node dapat tersimpan pada database redis yang telah dibuat. Nilai-nilai tersebut yang nantinya akan diolah pada *server* pengguna untuk menjadi pesan yang siap dikirim ke *client*. *Server* pengguna merupakan *server* yang digunakan untuk *client* dapat melakukan komunikasi pertukaran data menggunakan websocket pada sistem untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dilakukan oleh sensor node secara *realtime*. Berikut merupakan tampilan output ketika *server* pengguna dijalankan ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

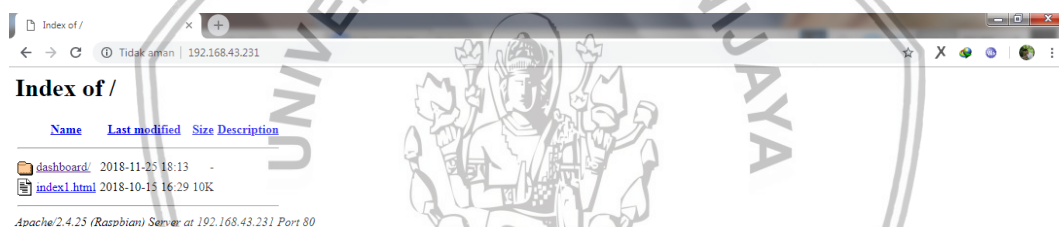
```

pi@raspberrypi:~/skripsi/websocketserver $ python server_pengguna.py
Starting websocket server program. Awaiting client requests to open websocket ..
Connection established.
Sending Data
{'suhu2': u'28.12', 'suhu1': u'28.01', 'waktu1': u'2018/12/7 20:40:37', 'waktu2':
u'2018/12/13 6:20:52', 'ph2': u'7.02', 'ph1': u'7.12'}
Sending Data
{'suhu2': u'28.13', 'suhu1': u'28.02', 'waktu1': u'2018/12/7 20:40:37', 'waktu2':
u'2018/12/13 6:20:53', 'ph2': u'7.03', 'ph1': u'7.14'}
Sending Data
{'suhu2': u'28.14', 'suhu1': u'28.03', 'waktu1': u'2018/12/7 20:40:39', 'waktu2':
u'2018/12/13 6:20:53', 'ph2': u'7.04', 'ph1': u'7.16'}

```

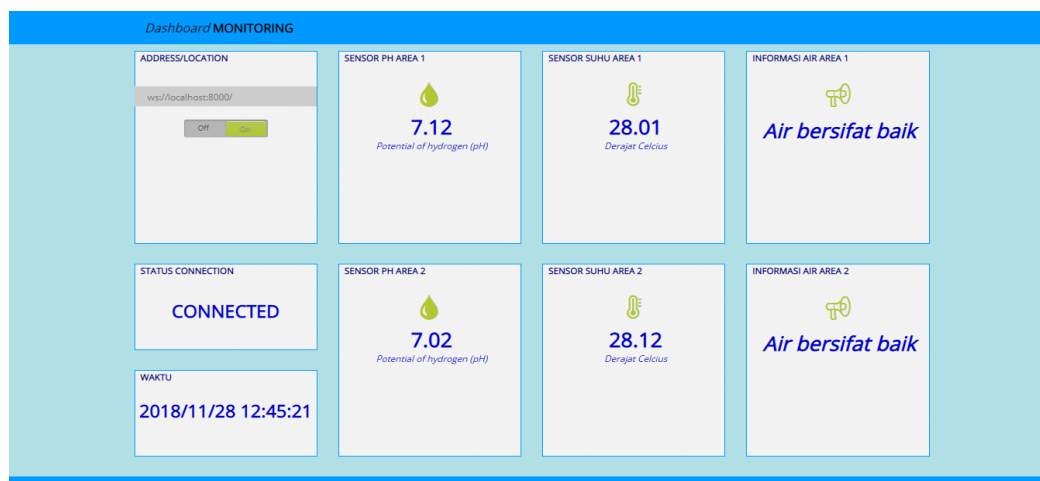
Gambar 0.7 Websocket Server Pengguna Berhasil Dijalankan

Pada Gambar 6.7 diatas menunjukkan bahwa *server* aktif dan akan mengirimkan informasi hasil pengamatan yang sebelumnya disimpan pada database redis ketika ada *client* yang terhubung. Data yang dikirimkan *server* ke *client* berupa data berformat JSON yang meliputi nilai ph, suhu dan waktu kapan nilai tersebut didapatkan oleh sensor node. Setelah *server* pengguna berhasil dijalankan maka selanjutnya adalah pengguna mengakses web *server* yang berisi halaman web sistem untuk sistem monitoring yang dapat ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 0.8 Web Server Apache Berhasil Dijalankan

Pada gambar 6.8 diatas merupakan halaman web *server* yang dapat diakses dengan mengetikkan alamat *ip address server* Raspberry Pi yaitu 192.168.43.231 pada web *browser* laptop maupun *smartphone* yang terhubung pada jaringan Wi-Fi yang sama dengan Raspberry Pi. Penempatan script web monitoring ditempatkan pada direktori `/var/www` yang nantinya akan berfungsi sebagai output perangkat monitoring. Berikut merupakan tampilan halaman web sistem ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 0.9 Antarmuka Web Sistem Berhasil Dijalankan

Gambar diatas merupakan informasi hasil pengiriman data pengamatan dari *server* kepada *client*. Format pesan yang digunakan untuk mengirimkan pesan ke *client* menggunakan JSON yang berisikan data ph, suhu dan waktu data tersebut didapatkan. Semua pesan yang didapatkan dari *server* akan ditampilkan pada halaman antarmuka web sistem dan informasi hasil pengamatan sensor node akan diperbarui setiap detiknya untuk mendapatkan sistem pengamatan yang *realtime*.

Dari hasil pengujian diatas, dengan menjalankan keseluruhan fungsi sistem yang telah dibuat dengan mengacu pada perancangan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa dengan mengimplementasikan sensor node yang digunakan sebagai pengkoleksi data ph, suhu dan waktu serta database redis yang digunakan untuk menyimpan hasil data pengamatan, web *server* untuk *client* membuat komunikasi dengan *server* dan juga websocket yang digunakan untuk komunikasi antara sensor node dengan *server* maupun *server* dengan *client* dapat membuat sistem monitoring yang telah dibuat menjadi *realtime* dan terkomputerisasi. Selain itu juga dengan adanya *server* sebagai jembatan antara sensor node dan *client* dapat membuat kinerja dari keseluruhan sistem menjadi lebih ringan untuk sebuah sistem monitoring. Keseluruhan fungsi sistem akan berjalan jika terhubung pada satu jaringan Wi-Fi yang sama.

6.3 Pengujian Kinerja Sistem

Setelah dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan, peneliti akan melakukan pengujian terhadap kinerja sistem dalam melayani *request* yang diberikan oleh pengguna. Pengujian performa ini dibagi menjadi dua bagian yaitu pertama pengujian proses transmisi data pada jarak 3.5 meter dan pengujian transmisi data pada jarak 5 meter dengan parameter jumlah *request* yang berbeda setiap pengujianya. Aplikasi yang digunakan dalam pengujian performa ini adalah JMeter dan wireshark. Adapun beberapa tahapan yang akan dilaksanakan dalam melakukan pengujian peforma sistem ini yaitu tujuan, prosedur, hasil dan analisis terhadap pengujian.

6.3.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dilakukan pengujian ini yaitu digunakan untuk menghitung waktu yang diperlukan oleh sistem untuk mengirimkan sebuah paket dari *request* yang diberikan *client* hingga paket diterima oleh *client* dalam setiap satu kali proses transmisi. Tujuan performa sistem ini dilaksanakan agar mengetahui kinerja websocket pada sistem pengamatan ini untuk pertukaran data antara *server* dengan *client*. Pengujian performa ini juga diharapkan untuk dapat mengetahui faktor yang mempengaruhi kinerja sistem tidak berjalan secara maksimal.

6.3.2 Prosedur Pengujian

Adapun beberapa tahapan yang akan dilaksanakan dalam melakukan pengujian performa sistem ini adalah.

1. Dilakukan perubahan jarak setiap pengujian proses transmisi data sistem dengan jumlah *request* yang berbeda.
2. Melakukan perbandingan dari setiap pengujian transmisi data sistem yang telah selesai dilakukan.

6.3.3 Hasil Pengujian

Pengujian performa ini dilakukan berdasarkan pada prosedur pengujian yang telah dijelaskan sebelumnya, maka didapatkan hasil dari pengujian tersebut yang dapat dilihat dibawah ini.

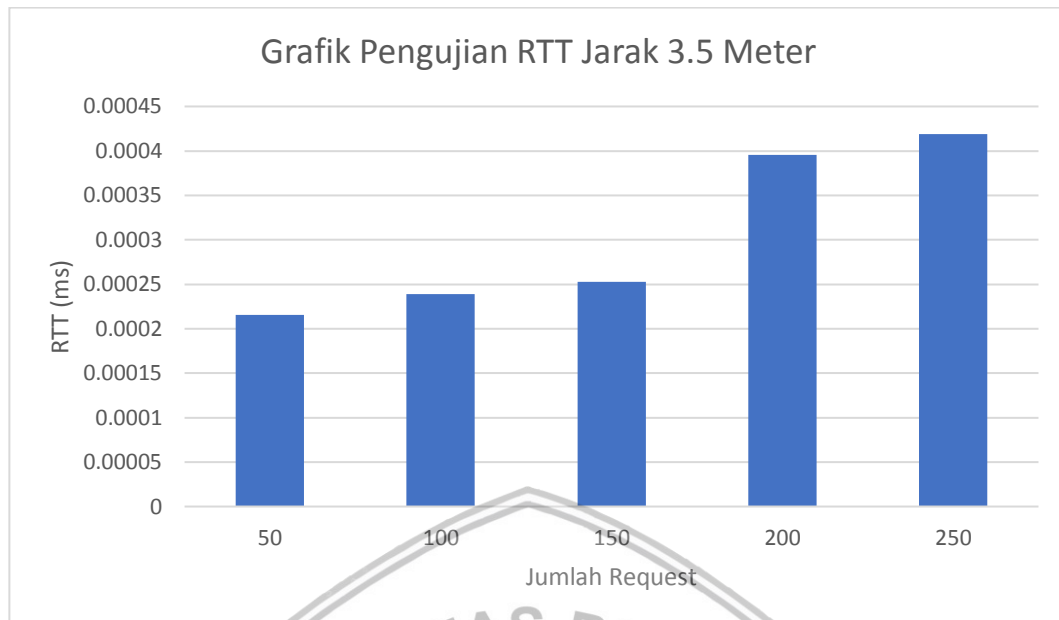
1. Pengujian Proses Transmisi Data Sistem Pada Jarak 3.5 Meter Dengan Jumlah *Request* Yang Berbeda

Pada tahap pengujian performa sistem monitoring ph dan suhu pada jarak 3.5 meter ini dilakukan pengujian menggunakan *request* sebagai parameter pengujiannya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai *Round Trip Time* (RTT) terhadap protokol websocket. Hasil dari pengujian proses transmisi data ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 0.3 Hasil Pengujian Performa Sistem pada Jarak 3.5 Meter

No.	Jumlah Request	Average RTT/detik
1.	50	0,000215538
2.	100	0,000239221
3.	150	0,000252574
4.	200	0,000395612
5.	250	0,000419219

Tabel diatas merupakan hasil rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh sistem setelah melayani banyak *request* yang diberikan oleh sistem sebagi parameter dari pengujian performa sistem monitoring kadar ph dan suhu pada air. Dari data hasil pengujian diatas dapat ditunjukkan dengan grafik sebagai berikut ini.



Gambar 0.10 Grafik Hasil Pengujian Performa pada Jarak 3.5 Meter

Gambar 6.10 diatas menunjukkan grafik proses transmisi data pada jarak 3.5 meter dengan parameter jumlah *request* yang berbeda. Dari grafik yang telah didapatkan pada pengujian diketahui bahwa dalam proses transmisi data pada jarak 3.5 memiliki nilai *Round Trip Time*(RTT) dibawah 1 detik. Dan pada pengujian transmisi data pada jarak 3.5 meter terjadi penurunan performa pada saat *client* mengirimkan 200 *request* secara bersamaan. Setelah itu nilai RTT yang didapatkan tidak jauh berbeda dengan nilai RTT yang didapatkan dalam jumlah *request* berikutnya.

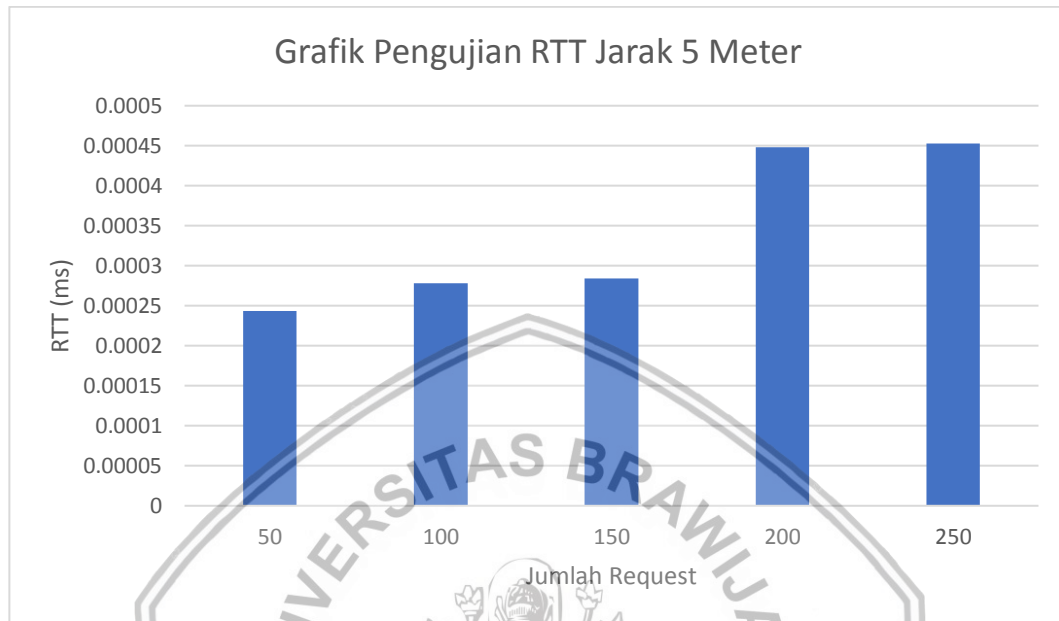
2. Pengujian Proses Transmisi Data Sistem Pada Jarak 5 Meter Dengan Jumlah Request Yang Berbeda.

Pada tahap pengujian performa sistem monitoring ph dan suhu yang selanjutnya adalah pada jarak 5 meter dengan parameter pengujian yang sama dengan jarak 3.5 meter. Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai *Round Trip Time* (RTT) terhadap protokol websocket. Hasil dari pengujian proses transmisi data ditunjukan pada tabel berikut.

Tabel 0.4 Hasil Pengujian Performa Sistem Pada Jarak 5 Meter

No.	Jumlah Request	Average RTT/detik
1.	50	0,000243251
2.	100	0,000278145
3.	150	0,000283953
4.	200	0,000447829
5.	250	0,000452987

Tabel diatas merupakan nilai hasil rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh sistem setelah melayani banyak *request* yang diberikan oleh sistem sebagai parameter dari pengujian performa sistem monitoring kadar ph dan suhu pada air. Dari data hasil pengujian diatas dapat ditunjukkan dengan grafik berikut ini.

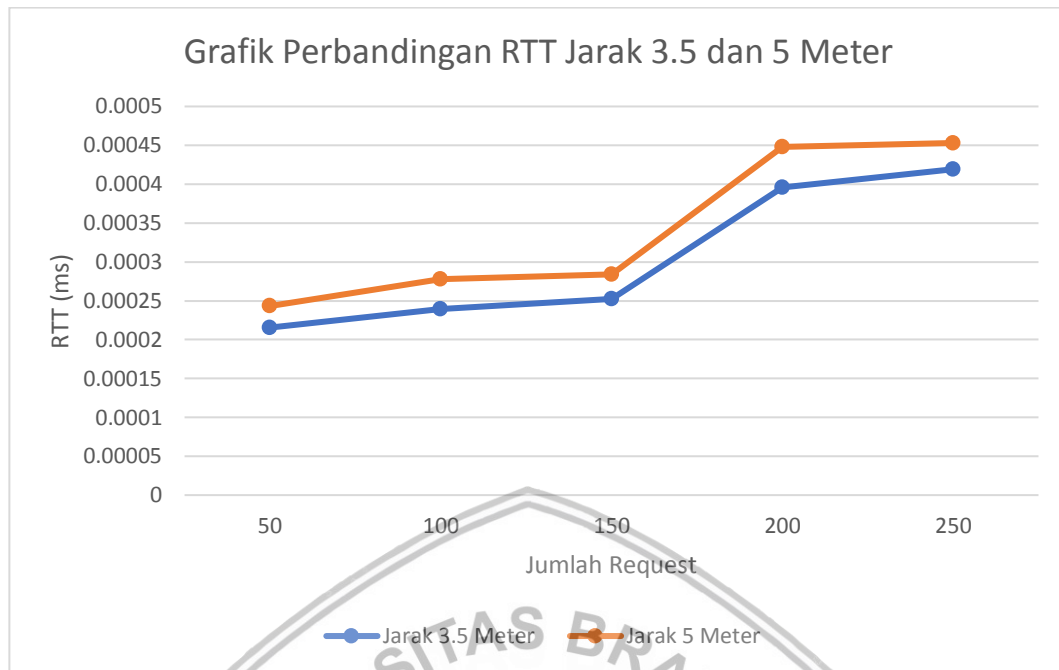


Gambar 0.11 Grafik Pengujian Performa Sistem pada Jarak 5 Meter

Gambar 6.11 diatas menunjukan grafik proses transmisi data pada jarak 5 meter dengan *request* sebagai parameter pengujiannya. Data grafik yang telah di dapatkan pada pengujian, menjelaskan bahwa sistem dalam melakukan transmisi data pada jarak 5 meter memiliki nilai rata-rata *Round Trip Time* dibawah 1 detik. Dan pada pengujian transmisi data pada jarak 5 meter ini juga terjadi penurunan performa yang sama pada jarak 3.5 meter pada saat *client* mengirimkan 200 *request* secara bersamaan. Setelah itu nilai RTT yang didapatkan tidak jauh berbeda dengan nilai RTT yang didapatkan dalam jumlah *request* berikutnya.

6.3.4 Analisis Pengujian

Setelah dilakukan pengujian, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap hasil dari pengujian yang telah selesai dilakukan. Pengujian perlu dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem monitoring yang telah dibuat menggunakan websocket sebagai komunikasi pertukaran data, kinerja sistem dalam melayani *request* dan keberhasilan sistem dalam menjalankan semua fungsi.



Gambar 0.12 Grafik Perbandingan Performa Sistem Jarak 3,5 Dan 5 Meter

Gambar 6.12 diatas menunjukkan grafik garis tentang hasil perbandingan pengujian pada proses transmisi data antara sensor node yang berada pada jarak 3.5 meter dengan jarak 5 meter. Dari grafik diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa perbedaan nilai RTT dari kedua pengujian yang dihasilkan dengan parameter jumlah *request* yang berbeda memiliki nilai RTT yang tidak terlalu jauh untuk kedua hasil pengujian pada jarak tersebut. Dari kedua pengujian tersebut juga sistem mampu mendapatkan nilai RTT yang rata-rata kurang dari 1 detik setiap kali proses transmisi.

Selain itu juga pada kedua pengujian tersebut mengalami peningkatan performa waktu nilai RTT pada saat *client* mengirimkan 200 *request*. Dilihat dari kedua pengujian yang dilakukan diatas terjadinya peningkatan waktu RTT pada sistem terjadi saat dikirimkan 200 *request* secara bersamaan hingga *request* selanjutnya. Peningkatan nilai *Round Trip Time*(RTT) tersebut dikarenakan pada protokol TCP terdapat *flow control* yang digunakan untuk mengkosongkan *buffer* ketika data sudah penuh dan peningkatan RTT juga disebabkan ketika *server* mengirimkan data yang didapatkan dari sensor node terhadap salah satu *client*, *server* memerlukan *acknowledgment*(ACK) dari *client* untuk menandakan data sudah diterima tanpa kesalahan.

6.4 Pengujian Fungsional Antarmuka Web Sistem

Pada tahap pengujian fungsional antarmuka web sistem ini akan dilaksanakan dengan melakukan *request* yang dilakukan oleh pengguna untuk dapat membuat hubungan komunikasi dengan *server*, pemutusan hubungan pada *server* dan web sistem untuk dapat menampilkan informasi hasil pengamatan yang dikirimkan oleh *server*. Ada beberapa tahapan yang akan dilaksanakan untuk

pengujian fungsional web sistem ini yaitu tujuan, prosedur, hasil dan analisis terhadap web sistem.

6.4.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian fungsional web sistem ini diharapkan web sistem dapat menjalankan semua fungsi pada keseluruhan sistem monitoring kadar ph dan suhu pada air dengan benar dan sesuai harapan.

6.4.2 Prosedur Pengujian

Adapun beberapa tahapan yang akan dilaksanakan untuk keberhasilan dalam pengujian fungsional web sistem ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 0.5 Skenario Pengujian Fungsional Web Sistem

No.	Deskripsi Pengujian	Skenario Pengujian	Keluaran yang diharapkan
PF_001	Pengujian pembuatan koneksi antara user dengan server.	Pengguna memasukan <i>ip address server</i> beserta portnya. Pengguna menekan switch "ON".	Web sistem mencetak pesan "Connected" yang menunjukkan pengguna terhubung pada server.
PF_002	Pengujian pemutusan koneksi pada web sistem.	1. Pengguna memasukan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan server. 2. Pengguna menekan switch "OFF".	Web sistem mencetak pesan "Disconnect" yang menandakan pengguna sudah tidak terhubung dengan server.
PF_003	Pengujian menampilkan informasi pH.	1. Pengguna memasukan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan server. 2. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari server.	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> yang berupa informasi nilai pH ke pengguna.
PF_004	Pengujian menampilkan informasi suhu.	1. Pengguna memasukan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan server.	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> yang berupa informasi pengamatan nilai suhu ke pengguna.

		2. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i> .	
PF_005	Pengujian menampilkan informasi kondisi air.	1. Pengguna memasukkan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i> . 2. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i> .	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> pengamatan informasi kondisi air ke pengguna.
PF_005	Pengujian menampilkan informasi waktu pengamatan.	1. Pengguna memasukkan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i> . 2. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i> .	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> informasi waktu pengamatan ke pengguna.

6.4.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Setelah dilakukan pengujian dengan mengacu pada prosedur yang telah dijelaskan sebelumnya, maka untuk hasil pengujian fungsional antarmuka web sistem yang telah selesai dilaksanakan akan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 0.6 Hasil Pengujian Fungsional Web Sistem

No.	Deskripsi Pengujian	Skenario Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Kesimpulan
PF_001	Pengujian pembuatan koneksi antara user dengan <i>server</i> .	Pengguna memasukkan <i>ip address server</i> beserta portnya. Pengguna menekan <i>switch</i> "ON".	Web sistem mencetak pesan "Connected" yang menunjukkan pengguna terhubung pada <i>server</i> .	Berhasil
PF_002	Pengujian pemutusan koneksi pada web sistem.	3. Pengguna memasukkan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi	Web sistem mencetak pesan "Disconnect" yang menandakan	Berhasil

		terhubung dengan <i>server</i> . 4. Pengguna menekan <i>switch "OFF"</i> .	pengguna sudah tidak terhubung dengan <i>server</i> .	
PF_003	Pengujian menampilkan informasi pH.	3. Pengguna memasukkan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i> . 4. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i> .	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> yang berupa informasi nilai pH ke pengguna.	Berhasil
PF_004	Pengujian menampilkan informasi suhu.	3. Pengguna memasukkan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i> . 4. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i> .	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> yang berupa informasi pengamatan nilai suhu ke pengguna.	Berhasil
PF_005	Pengujian menampilkan informasi kondisi air.	3. Pengguna memasukkan <i>ip address server</i> beserta portnya dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i> . 4. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i> .	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i> pengamatan informasi kondisi air ke pengguna.	Berhasil
PF_005	Pengujian menampilkan informasi	3. Pengguna memasukkan <i>ip address server</i> beserta portnya	Web sistem mampu menampilkan <i>payload</i>	Berhasil

	waktu pengamatan.	dan dalam posisi terhubung dengan <i>server</i> . 4. Pengguna menunggu <i>payload</i> dari <i>server</i> .	informasi waktu pengamatan ke pengguna.	
--	-------------------	---	---	--

Dari Tabel 6.6 **diatas**, hasil dari pengujian fungsional antarmuka web sistem pada sistem monitoring kadar ph dan suhu pada air telah sesuai dengan apa yang di harapkan. Fitur-fitur yang terdapat pada antarmuka web sistem diantaranya adalah membuat dan memutuskan koneksi dengan *server*, menampilkan nilai ph, suhu, dan waktu pengamatan nilai tersebut diambil serta menampilkan informasi berupa kondisi baik atau buruknya air pada saat itu.

Dari hasil pengujian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan mengimplementasikan websocket pada antarmuka web sistem monitoring dapat dilakukan dengan menggunakan Websocket API yang ditulis dalam bahasa pemrograman HTML dan Javascript yang berfungsi untuk *client* atau pengguna dapat melakukan koneksi terhadap *server* untuk mendapatkan informasi nilai ph dan suhu air pada sensor node dengan memasukkan alamat *server* beserta portnya dengan format *ws://ipaddress_server:port_server/* yang terdapat pada halaman antarmuka web sistem. Selain itu dengan menggunakan websocket yang diimplementasikan pada web sistem, sistem dapat melayani beberapa *request* dari *client* yang terhubung bersamaan secara *realtime*.

BAB 7 PENUTUP

Bab ini berisi tentang penjelasan hasil dari penelitian yang telah selesai dilakukan dengan menjelaskan kesimpulan yang didapatkan selama penelitian dan saran yang dipergunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Dari hasil tahapan yang telah dilakukan selama perancangan, implementasi maupun pengujian serta analisis dari pengimplementasian Sistem Monitoring Kadar pH dan Suhu Air Menggunakan Protokol Websocket, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem monitoring kadar ph dan suhu air yang *realtime* dan terkomputerisasi dapat dirancang dengan mengimplementasikan sensor node yang terdiri dari sensor ph probe H101 Dfrobot, sensor suhu DS18B20 *waterproof*, dan modul RTC DS3231 yang terintegrasi dengan NodeMCU ESP8266 untuk mengkoleksi nilai ph dan suhu. Database redis yang digunakan untuk menyimpan hasil pengamatan yang dilakukan sensor node. Web server yang berfungsi untuk memudahkan *client* dalam melakukan pengamatan sensor node dalam mengkoleksi data ph dan suhu secara *realtime*, serta protokol websocket sebagai komunikasi pengiriman datanya dan terhubung dalam satu jaringan Wi-Fi yang sama dengan *server*.
2. Implementasi websocket untuk komunikasi *client-server* pada sistem monitoring, dapat dilakukan dengan mengimplementasikan library websocket *server* dengan bahasa pemrograman Python pada sisi *server*, library websocket *client* dengan bahasa pemrograman C pada sisi sensor node, dan websocket API dengan menggunakan bahasa pemrograman HTML dan Javascript pada sisi web sistem yang digunakan untuk menjalin komunikasi *client* terhadap *server* dengan memasukkan alamat *server* beserta portnya. Dengan mengimplementasikan websocket pada sistem monitoring, sistem dapat melayani beberapa *request* dari *client* yang terhubung bersamaan untuk mendapatkan informasi data pengamatan secara *realtime*.
3. Hasil kinerja sistem pada perangkat sensor node yang telah dibuat memiliki tingkat *error* dalam melakukan pengamatan yaitu kurang dari 1 persen dengan alat ukur lainnya. Dan performa websocket untuk transmisi data yang dibutuhkan oleh sistem dalam menangani *request* dari *client* sampai mengirimkannya kembali ke *client* membutuhkan waktu rata-rata kurang dari 1 detik setiap kali proses transmisi. Serta dengan adanya *server* sebagai jembatan antara *client* dan sensor node membuat kinerja dari keseluruhan sistem menjadi lebih ringan untuk sebuah sistem monitoring.

7.2 Saran

Dari hasil kesimpulan yang didapatkan selama penelitian Sistem Monitoring pH dan Suhu Air Pada Tambak Udang Menggunakan Protokol Websocket. Maka penulis memiliki beberapa saran pengembangan sistem untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Sistem monitoring yang telah dibangun ini dapat dikembangkan dengan menambahkan parameter kualitas air lainnya seperti kekeruhan air atau yang lainnya sehingga menjadi suatu sistem monitoring yang lebih kompleks.
2. Sistem pengamatan yang telah dibangun ini dapat dikembangkan lebih lanjut pada sisi keamanan pada protokol websocket tersebut.
3. Pada penelitian berikutnya pengujian performa dapat dilakukan dengan menguji aspek lainnya yaitu keamanan protokol.



DAFTAR PUSTAKA

- Alsaadi, E. & Tubaishat, A., 2015. Internet of Things: Features, Challenges, and Vulnerabilities. Volume 04.
- Buwono, L. D., 1993. Sistem Pengelolaan Tambak Udang Windu Berpola Intensif PT.Kanisius.
- Dahuri, R., 2004. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita.
- Deantama, Y. R., 2016. Rancang Bangun Sistem Kontroling Dan Monitoring Berbasis Websocket Pada Perangkat Arduino.
- G., 2016. ES8266 based Implementation of Wireless Sensor Network with Linux Based Web-Server.
- Gifson, A. & Slamet, 2009. *Sistem Pemantau Ruang Jarak Jauh Dengan Sensor Passive Infrared Berbasis Mikrokontroler AT89S52*. s.l.:s.n.
- Hariyawan, M. Y., Gunawan, A. & Putra, E. H., 2013. Implementasi Wireless Sensor Network untuk Pendeteksi Dini. Volume 5.
- Kurose, J. F. & Ross, K. W., 2012. Computer Networking A Top-Down Approach Featuring the Internet.
- Macedo, T. & Oliveira, F., 2011. Redis Cookbook.
- Melkinov, A. & Pette, I., 2011. Websocket Protocol. *IETF*.
- Pescod, M. B., 1973. Investigation of Rational Effluent and Stream Standart for Tropical Countries.
- Pimentel, V. & Nickerson, B. G., 2011. Web Display of Realtime Wind Sensor Data. *Fredericton, University of New Brunswick*.
- Poernomo, A., 1992. Site Selection for Coastal Shrimp Fonds. Fisheries Research and Development Project Water Quality.
- Pramono, G. H., W, A. & Cornelia, M. L., 2005. Prosedur dan Spesifikasi Teknis Analisis Kesesuaian Budidaya Tambak Udang.
- Pratomo, B. A. & Miftakhudin, M. S. W., 2011. Implementasi Key-Value Store dengan Struktur Data List dan Tree Menggunakan Python.
- Richardson, M. & Wallace, S., 2016. Getting Started with Raspberry Pi.
- Romimoharto, K., 1985. Kualitas Air dalam Budidaya Laut.
- Romimohtarto, 1985. Pengaruh Suhu Terhadap Kualitas Air.
- Sahabuddin, 2014. Kajian Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Dengan Sistem Pergiliran Pakan di Tambak Intensif.
- Saifudin, M., 2017. Rancang Bangun Sistem Wireless Sensor Network Untuk Sensor Getaran.

Skvorc, D., Horvat, M. & Srblijic, S., 2014. Performance Evaluation of WebSocket Protocol for Implementation of full-Duplex Web Streams. *MIPRO*.

Sridharan, S., 2014. Water Quality Monitoring System Using Wireless Sensor Network. *International Journal of Electronic Comminacations Engineering Advanced Research*.

Unsal, E. M. M. & Cebi, Y., 2016. Low Cost Wireless Sensor Network For Environment Monitoring.

Zakia, A. U., 2016. Wireless Sensor Network Untuk Pendeteksian Kadar pH dan Kekeruhan Air Sebagai Sistem Monitoring Kualitas Air. *Universitas Andalas*.

Zhang, L. & Shen, X., 2013. Research and Development of Realtime Monitoring System Based on WebSocket Technology.. *International Conference on Mecatronic Sciences, Electric Engineering and Computer (MEC)*..

